விஞ்ஞானச் சிந்தனையின்

வளர்ச்சி

ரவி நடராஜன்

விஞ்ஞானச் சிந்தனையின் வளர்ச்சி

ரவி நடராஜன்

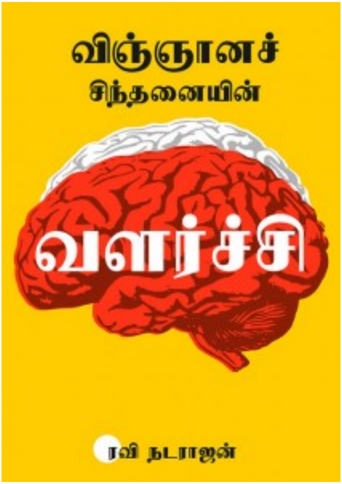
மின்னூல் வெளியீடு : http://FreeTamilEbooks.com

உரிமை — Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License.

உள்ளடக்கம்

- *விஞ்ஞானச் சிந்தனையின் வளர்ச்சி*
- *முன்னுரை*
- *பொருளடக்கம்*
- *விஞ்ஞானச் சிந்தனையின் வளர்ச்சி*
- *விஞ்ஞானச் சிந்தனையின் வளர்ச்சி - பகுதி 2*
- *விஞ்ஞானச் சிந்தனையின் வளர்ச்சி– பகுதி 3*
- *விஞ்ஞானக் கணினி*
- *விஞ்ஞானக் கணிணி — இரண்டாம் பகுதி*
- *FreeTamilEbooks.com - எங்களைப் பற்றி*
- *உங்கள் படைப்புகளை வெளியிடலாமே*

விஞ்ஞானச் சிந்தனையின் வளர்ச்சி



ரவி நடராஜன்

ravinat@gmail.com

உரிமை — *Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License.*

வெளியீடு: *FreeTamilEbooks.com*

மின்னூலாக்கம் : சீனிவாசன்

மின்னஞ்சல் : *tshrinivasan@gmail.com*

மேலட்டை உருவாக்கம்: மனோஜ் குமார்

மின்னஞ்சல்: *socrates1857@gmail.com*

முன்னுரை

விஞ்ஞான சிந்தனைகளை, முறைகளை நாம் ஒரு வியப்புடனே அணுகிப் பழகிவிட்டோம். விஞ்ஞானிகளை மாயாஜால மனிதர்களாகவே நம் சமுகம் பாவித்து வந்துள்ளது. விஞ்ஞானி என்றால் எதையாவது கண்டு பிடித்தவர் என்பது நம் பெரும்பாலோரின் கருத்து. பொதுவாக, சி.வி. ராமன் என்ன செய்து நோபல் பரிசுக்குத் தகுதியானார் என்பது நமக்குத் தெரியாது. ஆனால், அவர் நோபல் பரிசு வென்றவர் என்பது மட்டும் தெரியும். இத்துடன், விஞ்ஞானி என்றால் நோபல் பரிசு வென்றிருக்க வேண்டும் என்றும் நினைக்கிறோம்.

விஞ்ஞானச் சிந்தனை என்பது கடந்த 300 ஆண்டுகளாக படிப்படியாக வளர்ந்த ஒரு மனித சிந்தனையின் முதிர்ச்சி என்று சொல்லலாம். 21 —ஆம் நூற்றாண்டில், இந்த சிந்தனை முறைகள், 17 —ஆம் நூற்றாண்டைக் காட்டிலும் பெரிதாக வளர்ந்திருந்தாலும், பொதுப் புரிதல் என்னவோ

இன்னும் 18-ஆம் நூற்றாண்டைத் தாண்டவில்லை. பள்ளிப் புத்தகங்களும் ஏதோ வரலாற்றுப் புத்தகம் போல, விஞ்ஞான முன்னேற்றத்தை பட்டியலிடுவதிலேயே கவனம் செலுத்துகின்றன.

விஞ்ஞானச் சிந்தனை முறைகள், சரியாக பள்ளிகளில் சொல்லிக் கொடுக்காவிட்டால், விஞ்ஞானப் பாடத் திட்டம் பெரிய பயனளிக்காது. வெறும் விஞ்ஞான வரலாறு, மற்றும் சமன்பாடுகளை மனப்பாடம் செய்வதோடு நின்று விடும் அபாயம், நம்முடைய இன்றைய கல்வி முறைகளில் நிச்சயம் உண்டு.

விஞ்ஞானச் சிந்தனை என்பது எப்படி ஆரம்பித்தது, எப்படி வளர்ச்சி அடைந்தது, மற்றும் கணினிகள் மூலம் எப்படி வெகு வேகமாக வளர்ந்து வந்துள்ளது என்பதை தமிழ் அறிந்த, விஞ்ஞானம் படிக்கும் மாணவர்கள் புரிந்து கொள்ள வேண்டும் என்ற ஆவலில் எழுதப்பட்ட கட்டுரைகள் இந்த முன்னூலில் இடம் பெற்றுள்ளன.

கணினியும் விஞ்ஞானமும் சம்மந்தம் இல்லாதவை

என்பது பரவலாக நம் சமூகத்தில் உள்ள கருத்து. கணினிகள் வணிகத்துடனும், தொழில்நுட்பத்துடனும் சம்மந்தப் படுத்துவது நம் வழக்கம். இது முற்றுலும் உண்மையென்றாலும், ஆரம்ப நாட்களிலிருந்து இன்றுவரை விஞ்ஞான முயற்சிகளுக்கு கணினிகள் உதவி வந்துள்ளன.

கணினி ஒரு கருவி — ஒரு காமிரா போன்ற, ஆனால் மிகவும் சக்தி வாய்ந்த கருவி. காமிரா வல்லுனர்கள் இருந்தாலும், பொதுவாக நமக்கெல்லாம் டிஜிட்டல் புகைப்படம் எடுக்கவரும். அதேபோல, யாராக இருந்தாலும் கணினியை இயக்கத் தெரிந்திருக்க வேண்டும். ஒருவர் பூச்சியைப் படமெடுக்கலாம். இன்னொருவர் நடனக் கோணங்களைப் படமெடுக்கலாம். ஆனால் இருவருக்கும் புகைப்படம் எடுக்கத் தெரிந்திருக்க வேண்டும். விஞ்ஞானிகளும் இதற்கு விதிவிலக்கல்ல. விஞ்ஞானம் படிக்கும் மாணவரும் இதற்கு விதிவிலக்கல்ல.

இதில் முக்கியமாக கவனிக்கப்பட வேண்டிய விஷயம்: கணினிகளின் உதவியால் விஞ்ஞான

ஆராய்ச்சி வளர்ந்து வருகிறது. கணினிகளே விஞ்ஞானம் அல்ல. மனித விஞ்ஞான சிந்தனையை கணினிகள் என்றும் நீக்கப் போவதில்லை. விஞ்ஞானத்தில் முடிவுகள் சர்ச்சைகளுக்குப் பின், பொதுவாக விஞ்ஞான வல்லுனர்களாலும் ஒப்புக் கொண்ட பின்பே கோட்பாடாகிறது. இதை negotiated truth என்று நகைச்சுவையோடு சொல்வதுண்டு. அத்துடன் காரணத்தன்மைக்கும் (causation) சம்மந்தத்தண்மைக்கும் (correlation) நிறைய வித்தியாசங்கள் உண்டு. ஒன்றிருந்தால், மற்றொன்றை பிடித்துவிடலாம் என்பதெல்லாம் விஞ்ஞான பித்தலாட்டமாகிவிடக் கூடிய வாய்ப்புகள் அதிகம். காரணத்தன்மையை சந்தேகத்திற்கு இடமின்றி நிறூபிப்பது என்றும் விஞ்ஞானத்தின் அடிப்படைத் தேவை.

இக்கட்டுரைகளை 2011 முதல் 2013 —ல் 'சொல்வனம்' பத்திரிக்கையில் வெளிவந்தன. இவற்றை வெளியிட்ட சொல்வனம் ஆசிரியர் குழுவிற்கு என் நன்றி.

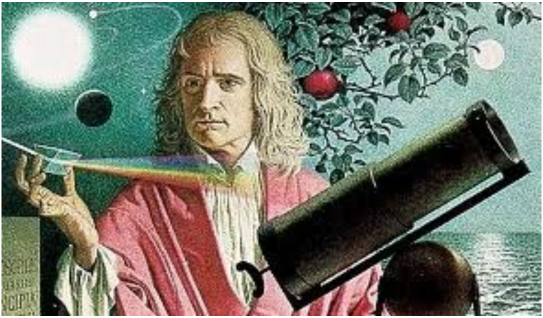
ரவி நடராஜன் மார்ச் 2015

1

விஞ்ஞானச் சிந்தனையின் வளர்ச்சி

நடைமுறை விஞ்ஞானப் புரிதல்

"ஒரு குத்துமதிப்பாக 3 லட்சம் வாகனங்கள், 8 மணி நேரத்திற்குள் நாளொன்றுக்கு இந்தச் சந்திப்பைக் கடக்கின்றன. இது வெறும் குத்து மதிப்புதான். இதில் ஒன்றும் பெரிய விஞ்ஞானம் இல்லை" — இப்படிப்பட்ட வாக்கியங்களைச் சாதாரணமாக இன்று கேட்கிறோம். தோராயமாக மதிப்பிடுதல், விஞ்ஞானத்திற்கு ஒத்துவராது என்பது சாமானியருக்கும் புரிகிறது.



“அந்தப் பத்து நிமிடங்களில், எந்த விஷயம், எப்படி நடந்தது, அவற்றின் வரிசை என்ன என்று துல்லியமாகத் தெரியாது. அவ்வளவு சரியாக எல்லாவற்றையும் சொல்ல நான் என்ன விஞ்ஞானியா?” – இதையும சாதாரண வாழ்க்கையில் நாம், பல நேரங்களில் கேட்கிறோம். இரண்டு விஷயங்களை, அவற்றைக் குறித்த முழுக் கவனம் இல்லாமலே, நாம் இத்தகைய குறிப்புகளில் பதிவு செய்கிறோம்– துல்லியமாக அளக்க சரியான விஞ்ஞானப் பயிற்சி தேவை, மற்றும் அளவிடலைச் சரியாக விளக்கவும் விஞ்ஞான அறிவு/பயிற்சி

தேவை.

“கேள்விமேல் கேள்வி கேட்டால் என்னிடம் என்ன பெரிய theory –ஆ இருக்கிறது? எனக்குத் தெரிந்ததைச் சொல்கிறேன். அதற்கு மேல் சொல்ல, நான் ஒன்றும் பெரிய ஐன்ஸ்டீன் இல்லை” — இதுவும், சில எரிச்சலான நேரங்களில் நாம் உபயோகப்படுத்தும் சாதாரண வாக்கியம். முரண்பாடு இல்லாமல், எத்தனை கேள்வி கேட்டாலும், சரியாக ஒரு கோட்பாட்டை அடிப்படையாகக் கொண்டு பதிலளிப்பது என்பது விஞ்ஞானப் பயிற்சியிருந்தாலே சாத்தியம் என நினைக்கிறோம்.

பல தருணங்களில், நாம் விஞ்ஞானத்தையும் தொழில்நுட்பத்தையும், வித்தியாசம் பார்க்காமல், குழப்பிக் கொள்கிறோம். பெரும்பாலும், தொழில்நுட்ப வளர்ச்சியை, விஞ்ஞான வளர்ச்சி என்று வியக்கிறோம். உதாரணமாக, செல்பேசிகளின் புதிய அம்சங்களை விஞ்ஞான

வளர்ச்சி என்று குழப்புகிறோம்.

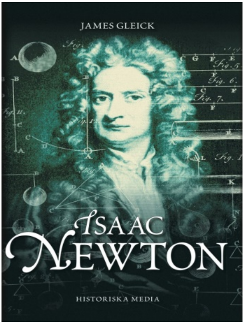
சாதாரண மனிதர்கள் வியக்கும் (குழப்பும்) அளவிற்கு வளர்ந்துள்ள விஞ்ஞானம், எப்படி இந்நிலையை அடைந்தது என்பதை ஆராய்வது சுவாரசியமான விஷயம். கடந்த 500 வருடங்களில் மனித சிந்தனை எப்படியெல்லாம் மாறி இருக்கிறது என்பதை நினைத்தால் மிகவும் பிரமிப்பான விஷயம். ஏறக்குறைய 200,000 ஆண்டுகளாக வாழ்ந்து வரும் மனிதரிடையே , கடந்த 500 வருடங்களில் ஏற்பட்ட சிந்தனை மாற்றம் என்பது எத்தனை பிரமிப்பானதாக நமக்குத் தோன்றினாலும் ஒப்பீட்டில் அது மிகச் சிறிய மாறுதலே. பூமியின் ஆயுட்காலத்தில் இந்த 500 வருடங்கள் நம் தனிவாழ்வில் ஒரு நிமிடத்தை ஒத்தவை. இப்படி ஒரு சிறுகாலத்தின் மாறுதல் எப்படி நம் கவனத்தில் அத்தனை பெரும் இடத்தைப் பிடித்தது என்பதை நாம் யோசிக்கலாம்.

தத்துவாளரா விஞ்ஞானியா?

ஆரம்பத்தில், விஞ்ஞானி என்ற சொல்லே கிடையாது. இது போன்ற விஷயங்களில் ஈடுபாடு கொண்டவர்களைத் தத்துவாளர் (philosopher) என்றே சொல்லி வந்தனர். ஏன், பதினேழாம் நூற்றாண்டில் வாழ்ந்த நியூட்டன் ஒரு தத்துவாளராகவே கருதப்பட்டார். இன்று, நாம் அவரைப் பௌதிக விஞ்ஞானி என்றே அனேகமாக அறிகிறோம். அவரென்னவோ பலகலை விற்பன்னராகவே இருந்திருக்கிறார்.

நியூட்டன் மற்றும் கலிலியோ, 16 மற்றும் 17 –ஆம் நூற்றாண்டு காலங்களில் வாழ்ந்த தத்துவ ஆராய்ச்சியாளர்கள். ஆரம்ப காலத்தில் லத்தீன் மொழிதான் தத்துவ ஆராய்ச்சியாளர்கள அதிகமாக உபயோகித்த மொழி. இன்றைய ஆங்கிலம் மிகவும் 16/17 –ஆம் நூற்றாண்டில் வளர்ந்திருந்தாலும் அவ்வளவாக உபயோகப் படுத்தப்படவில்லை. உதாரணத்திற்கு, நியூட்டன் ஒரு ஆங்கிலேயர்; அன்றைய துவக்க நிலை விஞ்ஞானத் தின் மேல் கொண்ட ஆர்வத்தால், லத்தீன் (Latin) மொழியை

முழுமையாகக் கற்றுக் கொண்டார். அவருடைய பல ஆராய்ச்சிக் கட்டுரைகள் மற்றும் கணக்குகள், லத்தீன் மொழியிலேயே இருந்தன. ஆங்கிலம் படித்தால்தான் விஞ்ஞானம் கற்க முடியும் என்று சொல்பவர்களுக்கு, நியூட்டனின் வாழ்க்கை பற்றித் தெரிந்திருக்க நியாயமில்லை!



ஆரம்ப விஞ்ஞான மொழி லத்தீன்

அதே நேரம் அன்று லத்தீன் மேலைச் சிந்தனைத்

துறைகள் எல்லாவற்றுக்கும் பொது மொழியாக விளங்கியது. பன்மொழிக் கூட்டமாக அன்றும் இன்றும் விளங்கும் யூரோப்பியர் நடுவேயும், ஓரளவு பல கண்டங்களிடையேயும் அறிவுத்துறைகளில் கல்வி கற்கவும், ஆய்வுகள் நடத்திக் கிட்டிய முடிவுகளைப் பகிர்ந்து கொள்ளவும், பொதுவாகச் சிந்தனைப் பரிமாற்றத்துக்கொரு நல்ல பாதையாகவும் லத்தீன் விளங்கியது. இதற்கு இன்னொரு காரணம் யூரோப்பிய வரலாற்றுப் பாதை. ரோம சாம்ராஜ்யத்தின் அரசு மொழியாக, ஆட்சி மொழியாக, தவிர அரசால் போஷிக்கப்பட்ட பல கலைகளின் புழங்கு மொழியாக லத்தீன் விளங்கியதோடு நில்லாமல், அன்று மேலை உலகில் பெரும் சக்தியாக இயங்கிய ரோமன் கத்தோலிக்கக் கிருஸ்தவத்தின் புழங்கு மொழியாகவும் இருந்தது.

அன்று அரசுகளிலும், அரசியலிலும், சமூகங்களைக் கட்டுப்படுத்துவதிலும், மக்களிடையே நிலவிய மத நம்பிக்கைகளை ஒழுங்குக்குள் வைப்பதிலும் லத்தீன்

மொழியே மைய மொழி, ஏனெனில் கத்தோலிக்க மத அமைப்பு பன்னாடுகளிலும் ஆட்சி மதமாக விளங்கியது.

இதே காரணங்கள் இன்றைய ஆங்கில மொழிக்கு இல்லை என்றாலும், சில காலம் முன்பு வரை உலகில் பெரும் சாம்ராஜய சக்தியாக விளங்கியது பிரிட்டிஷ் ஆட்சி. பல கண்டங்களில் பல நாடுகளை ஆண்ட பிரிட்டிஷ் அரசின் ஆட்சி மொழி ஆங்கிலம். இன்று உலகின் பெரும் சந்தை மொழியாகவும், ஆய்வுத்துறைகளுக்குப் புழங்கு மொழியாகவும், ஊடகங்களில் பெரும் பகுதியை ஆளும் மொழியாகவும், விளங்கும் ஆங்கிலம் உலகின் பெரும் சக்தியான அமெரிக்காவின் ஆட்சி மொழியும் கூட. தவிர உலக கல்வித் தளத்திலும், ஆய்வுத் தளத்திலும் அமெரிக்கப் பல்கலைகள் பிரதான இடத்தில் இருப்பதாலும் ஆங்கிலம் அறிவுத் துறைகளில் முக்கிய மொழியாக நிலவுகிறது. அந்த அளவில் அன்றைய லத்தீன் இருந்த இடத்தில் இன்று ஆங்கிலம் உள்ளது. என்றாலும் லத்தீன்

மொழியை ஆங்கிலம் பிடித்துக் கொண்டதைப் போல இன்று வேறெந்த மொழியும் ஆங்கிலத்தின் இடத்தைப் பிடித்துக் கொள்ள தற்போதைக்கு வழியில்லை. ஆனால் பல நாடுகளின் பொருளாதார சக்தி கூடி அந்நாடுகள் மேலெழுந்து, கல்வி/ சிந்தனைத் துறையிலும் அந்நாடுகளின் பங்கு கூடும்போது அம்மொழிகள் மேலெழுந்து ஆய்வுத் துறைகளில் மாற்றுப் புழங்கு மொழியாகும் என்று நாம் எதிர்பார்க்கலாம்.

நியூட்டனுக்கும் முன் வாழ்ந்த கலிலியோ ஒரு இத்தலியர். அவர் வாழ்ந்த 16-17 –ஆம் நூற்றாண்டுகளில் கத்தோலிக்கக் கிருஸ்தவ மத அமைப்பு, அனைத்து சிந்தனைகளின் பேரிலும் தன் கண்காணிப்பைச் செலுத்தி வந்தது என்பதோடு, எந்த மக்களும் சிந்தனை என்ற பெயரில் எதைப் பேசலாம், எதைப் போதிக்கலாம், பிரசுரிக்கலாம் என்பதை எல்லாம் கூடத் தீர்மானித்தது.

கலிலியோவும் தேவாலயமும்

கலிலியோ தற்காலம் நாம் விஞ்ஞான முறைகள் என்று நம்பும் பல முறைகளுக்கு அடிகோலிய ஒரு சோதனை விஞ்ஞானி. இவர் பல வகைப் பொருட்களை உருட்டி, வீசி எறிந்து, நகர்த்தி, முதன் முதலாக அவ்வகை இயக்கங்களைத் துல்லியமாக அளவிட்டவர். அதாவது, காலப் போக்கின் ஒரு இயக்கத்திற்கு எத்தனை மணித்துளிகள் ஆகின்றன என்று அளவிட்டவர். சும்மா இருக்காமல், சூரியனை சுற்றி பூமி சுழல்கிறது என்ற கப்பர்னிகஸ் தத்துவத்தை இவர் ஆதரிக்கப் போய், இவரைக் கத்தோலிக்க சர்ச்சின் மேலாட்சி அமைப்பு மிகவும் இம்சைப் படுத்தி விட்டது. இவரது எழுத்துக்களை வெளியிடத் தடை, வீட்டுக்குள் சிறைவாசம் என்று பலவாறு இவருடைய சுதந்திரம் பறிக்கப்பட்டதோடு, கண்காணிப்பில் இருந்ததால், தன் கருத்துகளைப் பகிர்வதற்கு மிக்க அச்சப்பட்டிருந்தார். உலகைப் படைத்த கடவுளின் சர்வ வல்லமையைச் சந்தேகிக்க எவருக்கும் உரிமை இல்லை என்று நினைத்தது கத்தோலிக்கம்.

விஞ்ஞான முறை என்று கலிலியோ போன்றார் கருதியதோ எல்லாக் கருத்துகளையும் சோதித்துப் பார்த்து நிருபணமான பின்னரே ஏற்பது என்ற துவக்க கால அறிவியல் முறைமை. அது சர்வ வல்லமையுள்ள இறையின் தீர்மானத்தைச் சந்தேகிப்பதாகத் தோன்றலாம் என்று கருதியது கத்தோலிக்கம் என்பதோடு, இறையின் எண்ணக் கிடக்கை இதுதான் என்று தீர்மானிக்கவும் தமக்கு மட்டுமே உரிமை இருப்பதாகவும் கருதியவர்கள் கத்தோலிக்க சர்ச்சின் மேலாளர்கள். இவர்கள் ஆண்டதோ இத்தலி நாட்டின் மையத்தில் இருந்த ரோம் மாநகரில். இதாலியை ஆண்டவர்கள் ரோமன் கத்தோலிக்க சர்ச்சின் அதிகாரத்தை, கருத்துகளை, தீர்ப்புகளை மீறிச் செல்லும் துணிச்சலோ, விருப்பமோ, பலமோ அற்றவர்கள். ஆக கலிலியோ தன் நிஜமான அறிவியல் கருத்துகளை வெளியிடத் துணிவின்றி வாழ்ந்து வந்ததோடு, தாம் செய்யும் சோதனைகளின் தன்மைபற்றிய கருத்துகள் கூட வெளியில் கசிந்து விடாமல் பாதுகாக்கும் நிலையில் இருந்தார். இப்படி இலை மறை, காய் மறைவாய்

இருந்ததுதான் அன்றைய விஞ்ஞானம்.

நியூட்டனின் பங்களிப்பு

இங்கிலாந்தில் வாழ்ந்த நியூட்டனின் நிலை மேலானதாக இருந்ததா என்றால், அப்படி ஒன்றும் இல்லை. ஆனால் கலிலியோவை விட அவருக்குச் சற்று மேலான வாய்ப்புகளும், கருத்து வெளியீட்டில் திறப்புகளும் கிட்டின. இருந்த போதும், முழுவதும் வெளிப்படையாகக் கருத்துப் பரிமாற்றம், மற்றும் அறிவார்ந்த சர்ச்சைகள் எழுந்தமை 19-ஆம் நூற்றாண்டுக்குப் பிறகே என்று சொல்லலாம். இதெல்லாம் நியூட்டனின் காலத்துக்கு வெகுகாலம் பின்னரே கிட்டியவை.

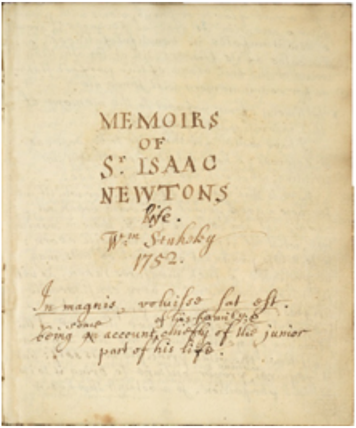
நியூட்டன் சிக்கலான வாழ்வு வாழ்ந்தவர். ஒரு புறம், நாடாளுமன்ற உறுப்பினர், மற்றொரு புறம் நாணயசாலையின் தலைவர், வேறொரு புறம், ராயல் சொஸைடியின் தலைவர். பௌதிகத் துறையைப் புரட்டிப் போட்டவர் என்று

எல்லோராலும் இன்று ஒப்புக்கொள்ளப்பட்ட மேதை இவர். ஆனால், இவரது முறைகள் முற்றிலும் திறந்த முறைகள் அல்ல. தலை சிறந்த விஞ்ஞானியாக இருந்த போதும், இவர் தன்னுடைய ஆராய்ச்சியை வெளியிடத் தயங்கியவர். பலரும் வற்புறுத்தியதால் இவர்'Principia Mathematica' என்ற ஆராய்ச்சிப் புத்தகத்தைக் கைப்பட எழுதி வெளியிட்டார். இதை அச்சிட இவர் எந்த முயற்சியும் எடுக்கவில்லை— இத்தனைக்கும், அன்றைய தத்துவ, அறிவியல் கருத்துகள் மேலும் பரிமாற்றங்களுக்கென்று உருவாக்கப்பட்டதும், அவற்றின் உயர்பீடமாகக் கருதப்பட்டதுமான ராயல் சொஸைடியின் தலைவர் இவர்! மற்றவர்கள் இவருடைய மேதமையை புரிந்து கொள்ளப் பல வருடங்கள் ஆயிற்று ஐன்ஷ்டைனைப் போலவே, எளிதில் புரிந்து கொள்ள முடியாதவர் என்று பெயர் எடுத்தவர் நியூட்டன்.

இவர் கலிலியோ செய்ததைப் போலப் பல சோதனைகளைச் செய்து (ஒளி, ஈர்ப்புசக்தி, ரசாயனம்), முன்னிலைகளையும், சோதனைக்காளாகும் பொருட்களின் நிலைகளையும், மாறுதல் நிகழும் விதங்களையும், மாறுதலுக்கு அப்புறம் கிட்டும் விளைவுகளையும் துல்லியமாக அளக்க வேண்டும் எனவும் அப்படியே அளக்கவும் தெரிந்த விஞ்ஞானி. இவர் காலத்தில் விஞ்ஞானிகள் எப்படியாவது மற்ற உலோகங்களைத் தங்கமாக மாற்ற ரசாயன முறைகளைத் (Alchemy) தேடி வந்தனர். இவரும்,

பல சோதனைகளைச் செய்து, வெளியிடவே இல்லை. நியூட்டனின் வெளியிடாத, தொலைந்து போன ஆராய்ச்சிகள், வெளி வந்த ஆராய்ச்சிகளைவிடப் பல நூறு மடங்கு என்று கணக்கிடப் பட்டுள்ளது. அவர், இறந்த பல ஆண்டுகளுக்குப் பிறகு, வம்சாவளியாக வந்தவர்களிடம், அவரது எழுத்துக்களைச் சிலர் ஏலத்துக்கு வாங்கி சில எழுத்துக்கள் வெளியிட்டுள்ளனர்.

தன்னுடைய ஆராய்ச்சிகளை வெளியிட்டு, கண்டவர்கள் ஏளனம் செய்வதை இவரால் பொறுக்க முடியவில்லையாம். இதனால், தன்னுடைய ஆராய்ச்சியை வெளியிட வாழ்நாள் முழுவதும் தயங்கியவர் நியூட்டன். முதன் முறையாக, விஞ்ஞானத்தில் கணிதவியலுக்கு முக்கியப் பங்குண்டு என்று உலகிற்கு நிரூபித்தவர் நியூட்டன். இன்று உயர்நிலைப்பள்ளியில்



எல்லோரும் படிக்கும் நுண்கணிதம் (calculus) இவரின் முக்கிய பங்கு. அதிலும், லைப்னிஸ் என்ற கணித மேதையுடன் மோதல்— யார் முதலில் நுண்கணிதத்தைக் கண்டுபிடித்தவர் என்று கடைசி வரை முடிவாகவே இல்லை.

நியூட்டனின் விஞ்ஞான முறைகள்

நியூட்டன், கோட்பாடு மற்றும் சோதனை

அறிவியலின் தந்தை என்று ஒப்புக் கொள்ளப்பட்டாலும், இவரது ரகசிய முறைகள், இன்றைய திறந்த விஞ்ஞான பரிமாற்ற முறைகளுக்கு முற்றிலும் மாறுபட்டவை. எந்தக் கட்டுரை, எப்படி வெளியாக வேண்டும் என்று சட்டதிட்டங்கள் தீட்டும் பணியையும் நியூட்டன் ஆரம்பித்து வைத்தார். அவர் துவக்கிய சில விஞ்ஞானச் சடங்குகள் அன்றிலிருந்து இன்றுவரை, இந்தத் திறந்த தகவல் உலகத்திலும் தொடர்கின்றன.

நியூட்டன், மாற்று கருத்துள்ளவர்களை துவைத்து எடுப்பதில் மிகவும் ஆரவம் கொண்டவர். பல தருணங்களில், இவர் தனிப்பட்ட தாக்குதல்களையும் விட்டு வைக்கவில்லை. ஹூக் (Robert Hooke) என்னும் சக விஞ்ஞானியுடன் இப்படிப்பட்ட கசப்பான விவாதம் நியூட்டனின் வாழ்க்கையின் ஒரு அம்சம். இன்று விஞ்ஞான கருத்துப் பரிமாறல்கள் தனிப்பட்ட எதிர்ப்புகளைத் தாண்டி நிற்கின்றன, இதற்கு எதிரான நிலையே நியூட்டன் காலத்தில் நிலவியது.

நியூட்டனின் ஆராய்ச்சிக்குச் சந்திரனின் துல்லியமான வான் நிலை (lunar positions) பற்றிய விவரம் (data) தேவைப்பட்டது. அவருடைய நாட்களில் சந்திரனின் துல்லிய நிலை, மாலுமிகளுக்கு மிகவும் தங்களுடைய பயணங்களுக்கு உபயோகப்படும் என்று கருதப்பட்டது. ஆனால், பல ஆராய்ச்சிகளில் ஈடுபட்டிருந்த நியூட்டனுக்கு தகவல் சேகரிக்க நேரமில்லை. ஆனால், தன்னுடைய நாட்டு மாலுமிகளுக்கு உதவ வேண்டும் என்று ஆசைப்பட்டார். சந்திரனின் விண் நிலைகளை ஜான் ஃப்ளாம்ஸ்டீட் (John Flamsteed) என்னும் வானியல் விஞ்ஞானி பொறுமையாகக் கணித்துச் சேகரித்து வந்தார். நியூட்டன் ஜானை சந்தித்து, மாலுமிகளுக்கு உதவச் சந்திர நிலைபற்றிய விவரங்களைக் (data) கேட்டுள்ளார். ஜான் உடனே ஒப்புக் கொள்ளவில்லை. தன்னுடைய உழைப்பு, தனக்கு விருப்பமில்லாத விஷயங்களுக்கு உபயோகிக்கப் படும் என்ற அச்சம் அவருக்கு. மேலும், யாரோ செய்யும் தவறுக்கு, தான்

உடந்தையாகி விடுவோமோ என்றும் கவலை அவருக்கு.

வெறுத்துப் போன நியூட்டன், தன்னுடைய பதவியைக் காட்டி மிரட்டவும் முயற்சித்தார். தயங்கிய வண்ணம் ஜான் விவரங்களைக் கொடுத்தாலும், இவர்களுக்குள் பகை வாழ்நாள் முழுவதும் தொடர்ந்தது. ஒரு சோதனை விஞ்ஞானியும், ஒரு கோட்பாடு மேதையும் சேர்ந்து வேலை செய்ய எவ்வளவு தயங்கினார்கள் என்பதை இன்று சிலரே அறிவார்கள். நியூட்டனுக்குத் துல்லிய சோதனை விவரத்தின் மதிப்பு புரிந்தது. ஆனால், அவருக்கும் சில கௌரவப் பிரச்னைகளும் இருந்தன.

இதற்கு நேர் எதிரான விஷயம் ஒன்று, நியூட்டனுக்கு முன் வாழ்ந்த ஜெர்மானிய விஞ்ஞானி யொஹானெஸ் கெப்லரின் (Johannes Kepler) வாழ்வில் நடந்தது. இவர் வானியல் மற்றும் கணக்கியல் நிபுணர். இவர் வாழ்ந்த காலத்தில்,

டிக்கொ பிராஹி (Tyco Brahe) என்ற ஒரு விஞ்ஞானி உண்டு. இவர் ஒரு தீவுக்குச் சொந்தக்காரர். தன்னுடைய தீவில், நட்சத்திரங்கள் மற்றும் கிரகங்களின் வானத்து நிலையைத் துல்லியமாக அளக்க ஒரு வான் ஆய்வகத்தை (observatory) நிறுவினார். இவருடைய துல்லிய அளவிடல்கள் கெப்லரின் கிரக இயக்கக் கோட்பாடுகள் உருவாக உதவின. டிக்கோவிற்கு தன்னுடைய அளவீடுகளைக் கெப்லரிடம் தருவதில் எந்தத் தயக்கமும் இல்லை.

இன்று விஞ்ஞானத்தில் எந்த ஒரு கோட்பாடும் சரியான, துல்லியமான கண்காணிப்பினால் நிறுவப்பட வேண்டும் என்று சர்வ சாதாரணமாக ஒப்புக் கொள்கிறோம். ஆனால், கத்தோலிக்க/ப்ரொடஸ்டண்ட் பிரிவுகள்போலக் கருத்து வேறுபாடுகளில், நம்பிக்கை வேறுபாடுகளில் தொடங்கிய விஷயமிது என்பதை மறக்கக் கூடாது. விஞ்ஞானிகள் கருத்துப் பரிமாற்றம் செய்ய எளிதாக இருக்க வேண்டும் என்று உருவான ஒரு

கருவியே இணையம். மூடு மந்திரத்திலிருந்து இணையம் வரை எப்படி இந்த மாற்றம் பரவியுள்ளது என்று விரிவாக அடுத்த கட்டுரையில் பார்போம்.

மேற்கோள்கள்

Isaac Newton, by James Gleick; Published by Vintage, 2004

The character of Physical Law by Richard Feynman; Published by Modern Library, 1994

2

விஞ்ஞானச் சிந்தனையின் வளர்ச்சி - பகுதி 2

19- ஆம் நூற்றாண்டு விஞ்ஞானம்

"செவ்வாய் கிரகத்தில் இந்தத் தேதிக்கு, இந்த நேரத்திற்கு விண்கலம் சென்றடையும் என்று சரியாகச் சொல்ல, அமெரிக்க விஞ்ஞானிகளுக்கு இணையே கிடையாது". சாதாரணப் பேச்சிலே இப்படிச் சொல்பவரை நாம் பார்த்திருப்போம். இவர்களே, "செவ்வாய் கிரகத்தில் உயிரினங்கள் உண்டா இல்லையா என்று திட்டவட்டமாகச் சொல்ல முடியவில்லையாம். அதற்குப் போதுமான சாத்தியங்கள் இல்லையாம்," என்று சற்று நிராசையோடு சொல்வதையும் கவனிக்கிறோம்.

மேலே, முதல் குறிப்பு, 19-ஆம் நூற்றாண்டில் உருவாகிய விஞ்ஞான சிந்தனையின் இன்றைய வெளிப்பாடு. அதாவது, விஞ்ஞான முறைகளில் எதை செய்தாலும், மிகத் துல்லியமாகவும், சற்றும் கருத்து வேறுபாடுக்கு இடமில்லாமலும் இருக்க வேண்டும் என்ற கருத்து.

மேலே சொல்லப்பட்ட இரண்டாம் குறிப்பு, விஞ்ஞான முடிவுகள் சாத்தியக்கூறுகளின் அடிப்படையில் (சூதாட்டத்தைப் போல) இருக்கக் கூடாது என்ற 20-ஆம் நூற்றாண்டு ஆரம்பகால சிந்தனையின் வெளிப்பாடு. மேலே சொன்ன இரண்டு உதாரணங்களும் திட முடிவுகளின் மேல் (determinism) உள்ள இரு வெளிப்பாடுகள். சந்தேகத்திற்கு விஞ்ஞானத்தில் இடமில்லை என்ற கருத்து இன்றுவரை நிலவுகிறது.

19-ஆம் நூற்றாண்டில் , நியூட்டனின் கருத்துக்களை பல விதத்திலும் உபயோகித்த இயக்கவியல் வல்லுனர்கள், (mechanical engineers) ஏராளமான வெற்றிகளை, பல தொழில்களில் கண்டார்கள். முதலில் நீராவி சக்தி, பிறகு, திரவ சக்தி, என்று பல

விதத்திலும் தொழிற்சாலைகளில் வெற்றி கண்டு, தொழிற் புரட்சி மூலம் இங்கிலாந்தை உலக வல்லரசாக உயர்த்துவதற்கு முக்கிய உந்துகோல், 19-ஆம் நூற்றாண்டின் விஞ்ஞானச் சிந்தனை மற்றும் அதன் பயன்பாடுகள் என்று சொல்லலாம்.

முதல் விஞ்ஞானிகள்

துவக்க கால நவீன விஞ்ஞானம் மற்றும் தொழில்நுட்பம் வளர வணிகம் முக்கிய காரணமானது. அரசாங்கத்தின் பங்கு அவ்வளவாக இல்லை. 19-ஆம் நூற்றாண்டில், 'விஞ்ஞானி' *(scientist)* என்ற சொல் புழக்கத்திற்கு வந்தது. இவர்கள் வெறும் கோட்பாட்டு விளக்கங்கள் கொண்ட நூல்கள் எழுதுவதுடன் நிற்காமல், பலவகைப் பரிசோதனை முறைகள் *(experimental methods)* மற்றும் பயன்பாடுகளில் வெற்றி கண்டதால், 'தத்துவாளர்கள்' என்ற பட்டம் விலகத் தொடங்கியது. (இன்றுகூட, பல்கலைக்கழகங்களில், விஞ்ஞானத் துறைகளில் மிக உயர்ந்த பட்டம், *Doctor of Philosophy*, அல்லது *PhD*, என்றிருப்பது பழைய வழக்கத்தின் எச்சமே.) இத்துடன் விஞ்ஞானிகளைப் பற்றிய சில எதிர்பார்ப்புகளும் வளரத் தொடங்கின. இந்த எதிர்பார்ப்புகளே இன்றும் பொது மக்களிடம் பரவலான

கருத்துகளாகத் தொடர்கின்றன. அவை:
விஞ்ஞானம் சமுகத்திற்கு தேவையான ஒரு கண்டுபிடிப்பை உருவாக்க வேண்டும்

எந்த ஒரு நிகழ்வையும் சரித்திரத்தில் முதன்முறையாகத் துல்லியமாகக் கணிக்க வேண்டும்

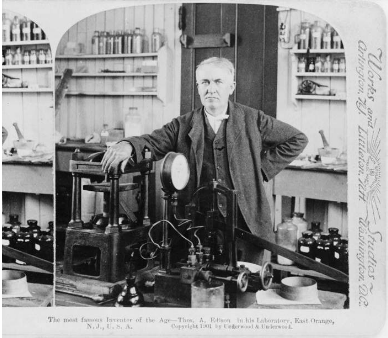
வெறும் சிந்தனையோடு நில்லாமல், ஏதோ ஒரு பொருளை உருவாக்க வேண்டும்

எந்த ஒரு கண்டுபிடிப்பும் பல்வேறு புதிய உபயோகங்களையும் உருவாக்க வேண்டும்

விஞ்ஞானிகள் ஒரு மந்திரக்காரர் போல *(magician)* எல்லோரையும் திகைக்க வைக்க வேண்டும்
இன்றும் ஒரு அமெரிக்கருக்கு எடிசனைத் *(Thomas Alva Edison)* தெரியும்; ஆனால் ஃபைன்மேனைத் *(Richard Feynman)* தெரியாது. எடிசன் எல்லோருக்கும் தேவையான மின்குமிழ் *(electric bulb)* மற்றும் மின் உற்பத்தி போன்ற விஷயங்களில் ஈடுபட்டவர். ஆனால், ஃபைன்மேன் அப்படி ஒன்றும் சாதாரண வாழ்க்கைக்கு உபயோகமான பொருளை உருவாக்கவில்லை. இன்றுவரை,

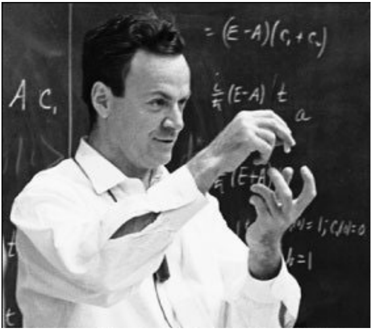
விஞ்ஞானி *(scientist)*, மற்றும் கண்டுபிடிப்பாளர் *(inventor)* என இருவேறாகப் பிரித்துப் பார்ப்பது பொது அறிவாக எழவில்லை. இது *19*-ஆம் நூற்றாண்டின் தாக்கம் என்றே சொல்லலாம். இந்தியர்களைப் பற்றிக் கேட்கவே வேண்டாம் — சி.வி. ராமன் பெரிய விஞ்ஞானி என்பதோடு நின்று விடுவார்கள். பலருக்கு அப்துல் கலாமுக்கும் *(Dr. A.P.J. Abdul Kalam)* விண் இயற்பியலாளர் சந்திரசேகருக்கும் *(Dr. S. Chandrashekar)* உள்ள வித்தியாசம் என்னவென்று தெரியாது.

Thomas Alva Edison


Works and Studios
Arlington, N.J. Littleton, N.H. Washington, D.C.
The most famous Inventor of the Age—Thos. A. Edison in his Laboratory, East Orange, N.J., U. S. A.
Copyright 1901 by Underwood & Underwood.

Feynman

வளர்ச்சித்



தூண்டுகோல்கள்

பொதுப் புரிதல் இப்படி இருக்கையில், மற்றொரு புறம் 19-ஆம் நூற்றாண்டின் விஞ்ஞான வளர்ச்சியின் மிகப் பெரிய தூண்டுகோல்கள்:

விஞ்ஞானப் புத்தகங்கள் பெரும் எண்ணிக்கையில் அச்சடிக்கப்பட்டுப் பரவலாகவும், ஓரளவு மலிவாகவும் கிட்டவே நிறைய மக்களால் படிக்கப்படுவது ஒரு பரவலான பண்பாடாகத் தொடங்கியது

மக்களுக்கு (அனேகமாக யூரோப்பில்) கல்வி என்பது

ஒரே வகையாகத் தொகுக்கப்பட்டு, நாடெங்கும் சமமான வகையில் கொடுக்கப்படவும், பரந்த மக்களிடையே படிப்பறிவு வளரத் தொடங்கியது அத்தகைய அறிவு நாட்டின் பொருளாதார, தொழில் முறை உற்பத்தியின் வளர்ச்சிக்கு உதவும் என்பது அரசுகளுக்கும், ஆள்வோருக்கும் விளங்கத் தொடங்கியது.

மெதுவாக, அரசாங்கங்கள் விஞ்ஞானத்தில் முதலீடு செய்யத் தொடங்கின. ஆனால், அந்நாளைய அரசாங்கங்களின் நோக்கம், விஞ்ஞான வளர்ச்சியால் வியாபாரம் விரிவடையும் என்பது மட்டுமே (விஞ்ஞான முன்னோடி இங்கிலாந்தை "கடைக்காரர்கள் தேசம்" என்று உலகம் சொல்லி வந்தது.)

விஞ்ஞான முன்னேற்றங்கள் ஒழுங்காக விஞ்ஞான வெளியீடுகளில் வெளியிடப்பட்டு, விவாதிக்கப்பட்டு, ஒழுங்காகப் படிப்படியாக வளரக் காரணம், இந்தக் கட்டத்தில் உருவாக்கப்பட்ட முறைகள். இந்த வகை வெளியீடுகளில் ஒரு முன்னோடியும் மிகவும் மதிக்கப்பட்டதொரு

வெளியீடுமானது *Royal Society* —யின் *Philosophical Transactions* என்ற வெளியீடு. இது அமெரிக்க விஞ்ஞான வளர்ச்சி இன்னும் வளரத் தொடங்காத, துவக்கநிலையிலிருந்த காலம் எனலாம். *18* —ஆம் நூற்றாண்டில், மருத்துவம் பற்றிய முதல் வெளியீடான *Medical Essays and Observations,* ராயல் எடின்பரோ சங்கத்தால் *(Royal Edinburgh Society)* வெளியிடப்பட்டது. அதே கால கட்டத்தில் *American Philosophical Society (1743)* உருவாக்கப்பட்டாலும், ஒரு நூற்றாண்டுக்கப்புறம், *1848* —ல் உருவாக்கப்பட்ட *AAAS* என்ற *American Association for the Advancement of Science* என்ற அமைப்புதான் மெதுவாக, ஆனால் தொடர்ச்சியாக வளர்ந்து, இன்று உலகின் மிகப் பெரிய விஞ்ஞான ஆய்வுகளை வெளியிடும் அமைப்பாக உள்ளது. அதே காலத்தில், இன்று உலகில் மிகவும் மதிக்கப்படுகின்ற அமெரிக்க விஞ்ஞான வெளியீடுகளான, *Nature (1869)* மற்றும் *Science (1880)* துவங்கின.

பிரிட்டிஷ் சிந்தனையாளர் பெர்ட்ரண்ட் ரஸ்ஸல் *(Bertrand Russel)* விஞ்ஞான வளர்ச்சியைப் பற்றிச்

சொன்னது 19 -ஆம் நூற்றாண்டின் சாரத்தையே விவரிப்பது போல இருக்கும். ரஸ்ஸல் சொல்கிறார், "எங்கோ இருக்கும் நட்சத்திரங்கள் மற்றும் கிரகங்களை ஆராயும் பணியில் விஞ்ஞான முயற்சிகள் தொடங்கின — நியூட்டன் காலம் வரை அப்படியே நடந்தது. அடுத்தபடியாக, நமக்கு நெருங்கிய மனித உடலைப் பற்றிய விஞ்ஞான ஆராய்ச்சி தீவிரமாகத் தொடங்கியது 19-ஆம் நூற்றாண்டில். அத்துடன், உயிரினங்கள் பற்றிய தெளிவு ஏற்பட்டது டார்வினின் 19-ஆம் நூற்றாண்டு பரிணாம கோட்பாட்டிற்குப் (theory of evolution) பிறகுதான். கடைசியில், எல்லோருக்கும் மிக நெருக்கமான மனித மனதைப் பற்றிய விஞ்ஞான ஆராய்ச்சி, 19-ஆம் நூற்றாண்டின் ஃப்ராய்டின் (Sigmund Freud) ஆராய்ச்சிக்குப் பிறகுதான்."

19-ஆம் நூற்றாண்டில் சோதனை அறிவியல் (experimental science) மற்றும் தொழில்நுட்பம், கோட்பாட்டு அறிவியலை (theoretical science) விட வேகமாக முன்னேறியது. பொதுவாக, ஒரு சோதனை முடிவைச் சரியாகப் புரிந்து

கொள்வதற்குக் கோட்பாடுகள் உதவின. அத்துடன், இந்த நூற்றாண்டில், நியூட்டனின் சிந்தனைகள், பல்வேறு துறைகளில் மேலும் விரிவு படுத்தப் பட்டன. உதாரணமாக, வில்லியம் தாம்ஸன் *(William Thomson or Lord Kelvin)* என்பவர், நியூட்டனின் சிந்தனைகளை, வெப்ப இயக்கவியலுக்கு *(thermodynamics)* விரிவு படுத்தினார். பல வருடங்களாக, கண்ணுக்குத் தெரிந்த விஷயங்களில் மட்டுமே விஞ்ஞானம் வளர்ந்து வந்தது. விஞ்ஞானச் சிந்தனைகள் மாறிவிட்டாலும், இன்றுவரை, பொதுமக்களால், கண்ணுக்குத் தெரிந்த விஷயத்திற்கு மட்டுமே முக்கியத்துவம் கொடுக்கப்படுகிறது. இங்கிலாந்தில் நடந்த முதல் தொழில் புரட்சி, நியூட்டனின் கோட்பாடுகளை அன்றாடம் பயன்படுத்தக்கூடிய பொருள்களாக மக்களுக்கு அளித்தது. இன்றைய இணையம், இவ்வகை இடைவெளியைக் குறைப்பதில் நல்ல சேவையாற்றியுள்ளது. ஏதாவது புரியவில்லை என்றால், விக்கிபீடியா மற்றும் உல்ஃப்ராம் ஆல்ஃபா —விற்கு மக்கள் விரைவது நல்ல விஷயம்.

NATURE
MAGAZINE
MAY
1925

அடிப்படை விதிமுறைகள்

19-ஆம் நூற்றாண்டில் பல்வேறு அடிப்படை விஞ்ஞான சிந்தனை மாற்றங்கள் உருவாகியது மறுக்க முடியாத உண்மை. சில முக்கிய மாற்றங்கள்:

எந்த ஒரு கோட்பாடும், சரியான சோதனை சாட்சியங்களுடன், சந்தேகத்திற்கு இடமின்றி நிரூபிக்கப்பட வேண்டும்

விஞ்ஞானத்தில் வாதங்கள் முக்கியம். ஆனால், சோதனை முடிவுகள் அசைக்க முடியாத, எல்லோராலும் ஒப்புக் கொள்ளப்பட்ட தர்க்கத்துடன் விளக்கப்பட வேண்டும். இதற்குக் கணக்கியல் அடிப்படை அவசியம். சார்புடைமை *(bias)* என்பதை அகற்றக்கூடிய சக்தி கணக்கியலுக்கு உண்டு

ஒரு கோட்பாடினை முன் வைக்க, அல்லது ஒரு சோதனையின் முடிவினை வெளியிட ஆராய்ச்சிக் கட்டுரை தகுந்த விஞ்ஞான வெளியீட்டில் முன் சொன்ன முறைகளோடு வெளியிடப் பட

வேண்டும். அப்படி வெளியிடவோ, மறுக்கவோ முடிவு சொல்லத் துறையில் வல்ல நிபுணர் குழு விவாதித்து ஒப்புக் கொள்ள வேண்டும்

மனிதப் புலன்களால் அளக்கக்கூடிய அளவுகளைத் தாண்டி, பல விஞ்ஞான அளவிடல்கள் மறைமுகமானவை. உதாரணம், மின்னழுத்தம் — மனிதப் புலன்களால் அளக்க முடியாதது. இப்படிப்பட்ட அளவிடல்கள் விஞ்ஞான வளர்ச்சிக்கு அடிப்படைத் தேவை. இவற்றின் அடித்தளம், கணக்கியல் மற்றும் லாஜிக். இதை, *inductive* முறைகள் என்கிறார்கள்.

எந்த ஒரு விஞ்ஞான வெளியீடும் முன்பே வெளியிடப்பட்ட எந்த ஒரு வெளியீட்டை, எந்த விதத்திலும் காப்பியடிக்கக் கூடாது. முன்பு வெளியிடப்பட்ட ஆராய்ச்சி முடிவுகளைச் சரியாக மேற்கோள் காட்டி வாதிடலாம். இவ்வாறு மேற்கோள் காட்டுவதை வெளியீட்டு முறை, மேற்கோள் அட்டவணை, ஆய்வுதவி நூல் பட்டியல் என்றெல்லாம் *(bibliography)*அழைக்கப்படுகிறது. இது மேலோட்டமாகப் பார்த்தால் மிகச் சாதாரண

மாறுதலாகத் தெரியலாம். இதைக் கவனிப்பதென்ன அவசியம் என்றும் கேட்கத் தோன்றலாம். ஆனால் முந்தைய சிந்தனைகளின் தொடர்ச்சி ஒரு புதுச் சிந்தனை என்பது வெறும் மரபு நீட்சியைச் சுட்டுவதோடு, அந்தப் புதுச் சிந்தனையில் ஏதும் பழுதோ, அல்லது மேம்பட வாய்ப்போ இருப்பது தெரிய வந்தால், அந்த புதுச் சாத்தியப்பாடுகள் எங்கிருந்தெல்லாம் கிட்டின என்று அறிவது பல கிளைப்பாதைகளை மறுபடி பரிசீலிக்கச் செய்யும். இந்தப் பரிசீலனையில் பல முன்னர் கவனிக்கப் படாமல் விடப்பட்ட அரிய சிந்தனைகள், ஆலோசனைகள் மீண்டும் கவனிக்கப்பட்டு மேலெழலாம். உதாரணமாக சமீபத்தில் கண்டுபிடிக்கப்படும் பல தாவரங்களின் மருத்துவ குணங்கள் பண்டைக் காலத்திலிருந்து சாதாரண மக்களிடம் புழங்கிய கருத்துகளே. ஆனால் இன்று அக்கருத்துகள் சோதிக்கப்படுவதோடு, என்ன காரணிகளால் அந்தத் தாவரங்கள் தம் மருத்துவ குணங்களைக் கொண்டிருக்கின்றன, என்ன முறைகளால் அவை நம் உடலுக்கு நன்மையைச் செய்கின்றன என்ற காரண காரியச் சங்கிலியை முழுதாக விரித்துணர இப்போது நம்மிடம் சோதிப்பு

முறைகளும், கருவிகளும் உள்ளன. பட்டறிவு *(experiential knowledge)* இப்போது சோதிக்கப்பட்டு கோட்பாட்டறிவாக *(theoretical knowledge)* உறுதி செய்யப்படுகிறது.

மேலே சொன்ன முறைகள் பல்வேறு நல்ல தாக்கங்களை உருவாக்கின. கண்ணிற்கு தெரியாத சக்திகளை அடிப்படையாகக் கொண்டிருந்தும், அவற்றின் விளைவுகள் சந்தேகத்துக்கு இடமின்றி காட்டப்பட முடிவதால், மின்னியல், காந்தவியல் போன்ற துறைகள் வளரத் தொடங்கின. ஆரம்பத்தில், சோதனையியலாக இருந்த இத்துறைகள் படிப்படியாகச் சிறந்த கோட்பாட்டியலாகவும் வளர்ந்தன. உதாரணத்திற்கு, ஃபாரடே *(Michael Faraday)* டைனமோ -வை உருவாக்கி மின்சக்தி உலகை தொடங்கி வைத்தார். மேக்ஸ்வெல் *(James Clerk Maxwell)* இதை மிக அழகான கோட்பாடாக மாற்றினார்.

விஞ்ஞான ஆய்வு முடிவுகளை வெளியிடும் முறைகள்

விஞ்ஞான ஆராய்ச்சிகளை வெளியிடுவதில் பல

வகைகள் உண்டு. முறைகளுக்கேற்ப, அதன் மதிப்புரை *(review methods)* முறைகளும் வேறுபடும். விரிவாக, இதைப் பற்றி ஆராய்வதற்கு முன், இந்தக் கட்டுரை சொல்வனத்தில் நீங்கள் எப்படி படிக்கிறீர்கள் என்று படிப்படியாகப் பார்ப்போம்:

முதலில், விஞ்ஞானத்தின் இப்படிப்பட்ட ஒரு அம்சத்தை விளக்கி ஒரு கட்டுரை எழுதப் போவதாகச் சொல்வனம் ஆசிரியருக்கு எழுதி அவரது முடிவை எதிர்பார்ப்பேன். எத்தனைப் பக்க கட்டுரை, எத்தனை பகுதிகள் என்று ஒரு தோராயமாகச் சொல்லிவிடுவது வழக்கம்

ஆசிரியர், அவருடைய பதிவுக் குழுவுடன் கலந்து ஆலோசித்து, இரண்டில் ஒன்றைச் சொல்லி விடுவார். 'ஆளை விடுங்கள். இதெல்லாம் ஒத்து வராது', என்றால், அந்தக் கட்டுரை அத்தோடு விடப்படும். 'தாராளமாக எழுதுங்கள்' என்றால், அடுத்த கட்டமாக, ஆராய்ச்சி, மற்றும் எழுத்து தொடரும்

எழுதி முடித்து, சரி பார்த்து, சொல்வனம்

ஆசிரியருக்குக் கட்டுரையை அனுப்பி வைப்பேன்

சொல்வனம் ஆசிரியர் குழு, கட்டுரையை வாசித்து, பிரசுரத்திற்கு அது தகுந்ததா என்று ஆராய்கிறார்கள். கருத்துக்கள் முரணாக இருந்தால், மாற்றி எழுதும்படி திருப்பி விடுவார்கள்

கட்டுரையில் சொன்ன விஷயங்கள், மற்றொரு எழுத்தாளர் ஏற்கனவே ‘சொல்வனத்தில்’ எழுதியிருந்தால், அதைச் சுட்டிக்காட்டி, மீண்டும் மாற்றி எழுதும்படி (ஒரே விஷயங்களைப் பல கட்டுரைகளில் திரும்பத் திரும்பச் சொன்னால், வாசகருக்கு அலுத்துவிடும்) திருப்பி விடுவார்கள்

இவ்வாறு, படி, 3, 4, மற்றும் 5, நல்ல கட்டுரையாக மாறும்வரை நல்ல வெளியீட்டாளர்கள் விடமாட்டார்கள். பிறகு, கட்டுரை பிரசுரிக்கப்படும்

வெளிவந்த கட்டுரையை, சில இணைத்தளங்கள், ‘சொல்வனத்தில்’, இப்படிப்பட்ட கட்டுரை வந்துள்ளது என்று போடுகிறார்கள், அல்லது ஃபேஸ்புக்கில் கட்டுரை இணைப்பைப் போடுகிறார்கள்.

அட, என்ன, இப்படி தெரிந்த விஷயத்தைப் பற்றி எழுதிறேனே என்று அலுத்துக் கொள்ளாதீர்கள். தெரியாததைப் புரிந்து கொள்ள தெரிந்தவை நல்ல ஆரம்பப் படிகள். மேற்சொன்ன முறையில், எனக்கு ஆசிரியர் யார் என்று தெரியும். மேலும் கட்டுரையை விமர்சிக்கும் பதிவுக்குழுவும் (முதல் கட்டுரையில் தெரியாது) தெரியும்.

உதாரணத்திற்கு, எனக்குச் சொல்வனம் ஆசிரியரை மட்டுமே தெரியும் என்று வைத்துக் கொள்வோம். அவர் என் கட்டுரையைத் தன் பதிவுக் குழுவிற்கு அனுப்புகிறார். பதிவுக்குழுவின் பரிந்துரைகள் ஆசிரியருக்கு மட்டுமே அனுப்பப்படுவதாகக் கொள்வோம். ஆசிரியர், எனக்குப் பதிவுக்குழுவின் விமர்சனத்தை மட்டுமே அனுப்புவார். அதாவது, எழுதுபவருக்கு, விமர்சகர்கள் (அல்லது, அத்துறையில் நிபுணர்கள்) யாரென்று தெரியாது. ஆனால், விமர்சகருக்கு, இது ரவி நடராஜன் எழுதிய கட்டுரை என்று தெரியும். இதை *Single Blind* முறை என்கிறார்கள். நியூட்டன் காலத்திலிருந்து, இன்றுவரை பல விஞ்ஞான வெளியீடுகளின் முறை இது.

இதன் அடுத்த கட்டம், செல்வனம் ஆசிரியர், இக்கட்டுரையை ரவி நடராஜன் எழுதியிருக்கிறார் என்றே தன் பதிவுக்குழுவிற்குச் சொல்லமாட்டார். மதிப்பீடு செய்பவருக்கு எழுத்தாளர் யாரென்று தெரியாது. எழுத்தாளருக்கு மதிப்பீட்டாளர்கள் யாரென்றும் தெரியாது. இதை *double blind* முறை என்கிறார்கள். பல புள்ளியியல் மற்றும் மனோதத்ததுவ வெளியீடுகளில் இந்த *double blind* முறை அவசியமாகிறது. முக்கியமாக எந்த வகை சார்புத்தன்மையும் வராமல் இருக்க இந்த முறையைப் பயன்படுத்துகிறார்கள்.

விஞ்ஞான ஆராய்ச்சியில் சில முடிவுகளை வெளியிட அவசர அவசியம் இருக்கும். மற்ற கட்டங்களில் அவசரம் தேவையிருக்காது. அவசரமாக விஞ்ஞான முடிவுகளை மற்ற விஞ்ஞானிகளுடன் பகிர 'விஞ்ஞானக் கடிதங்கள்' *(Scientific Letters)* என்ற முறை உருவாக்கப்பட்டது. இதற்கான ஒரு உதாரணம், *Physical Review Letters* என்ற பதிப்பு. இதில், *single blind* முறை உபயோகிக்கப்படுகிறது. *Research Notes* என்பவை, ஒரு துறையின் ஆராய்ச்சிகளை சுருக்கமாக,

அல்லது ஒரு பல்கலைக்கழகத்தின் ஒரு ஆராய்ச்சித் துறையைப் பற்றிய சுருக்கமான வெளியீடு. பெரும்பாலும், விஞ்ஞான வெளியீடுகளில் தங்கள் பங்கு, மற்றும் சில சார்ந்த நிகழ்வுகள் பற்றிய வெளியீடு. இணையம் பிரபலமான பிறகு, பல விஞ்ஞானிகளும் தங்கள் ஆராய்ச்சிசாலையின் இணைத்தளம், அல்லது பல்கலைக்கழகத்தின் இணைத்தளத்தில், பிளாக் *(blog)* செய்கிறார்கள். இம்முறையில் பிரசுரக் கட்டுப்பாடு அதிகம் கிடையாது. சுயக்கட்டுப்பாடே முக்கியம்.

எல்லாவற்றிற்கும் மேலான விஷயம், ஆய்வு *(Journal)* என்ற முறை. இம்முறையில், *single* அல்லது *double blind* முறைகள் உபயோகிக்கப்படும். மேலும், மதிப்புரைகள் பல மாதங்களாகும். நாம் முன்னே சொன்ன *Nature* போன்ற இதழ்கள் இப்படி இயங்குபவை. ஒவ்வொரு துறைக்கும், இப்படி இயங்கும் ஆய்விதழ்கள் *(Journals)* உண்டு. ஒவ்வொரு பெரிய விஞ்ஞான முன்னேற்றமும் இத்தகைய பதிப்பேடுகள் மூலம் வெளிவரும். இந்த அணுகுமுறை சமீபத்தில் பல காரணங்களால், சற்று மாறிக் கொண்டு வருகிறது; இதைப் பற்றி,

இக்கட்டுரையில் விவரிக்கப் போவதில்லை. இத்தகைய பதிப்பேடுகளுக்கு ஒரு உதாரணம், புது இங்கிலாந்து மருத்துவ ஜெர்னல் மிகவும் பிரசித்தி பெற்ற மருத்துவ வெளியீடு.

இத்தகைய *Journals* மற்றும் *Letters* -களில் வெளீயீட்டிற்கு கறாரான சட்டதிட்டங்கள் உள்ளன. கட்டுரையின் வடிவமைப்பிற்கும் *(format)* வரையறைகள் உண்டு, மற்ற விஞ்ஞான வெளியீடுகளை மேற்கோள் காட்டும் *(Citations)* குறிப்புக்கும் வரையறைகள் உண்டு.

***

மேற்கோள்கள்

1. விஞ்ஞான வெளியீடுகளின் சரித்திரம்

2. விஞ்ஞான வெளியீடு பற்றிய தனியார் கட்டுரை

3. 19 —ஆம் நூற்றாண்டின் விஞ்ஞான சரித்திரம்

4. விஞ்ஞான ஆராய்ச்சியின் வரலாறு

5. விஞானச் சிந்தனையின் வரலாறு பற்றிய காட்சியளிப்பு

3

விஞ்ஞானச் சிந்தனையின் வளர்ச்சி- பகுதி 3

விஞ்ஞானக் கோட்பாட்டு முறைகள்

முந்தைய நூற்றாண்டுகள் போலல்லாமல், சென்ற நூற்றாண்டில் சோதனை மற்றும் கோட்பாடு விஞ்ஞானிகள் ஒருவரை ஒருவர் சார்ந்தும், சேர்ந்தும் பணி செய்யத் தொடங்கினர். 19-ஆம் நூற்றாண்டில், புள்ளியியல் துறை சார்ல்ஸ் பெர்ஸ் (Charles S Peirce) என்பவரால், பெரிதும் வளர்க்கப்பட்டது. பௌதிகத்தில் உடனே உபயோகிக்கப்படாவிட்டாலும், பல துறைகளும் இந்தப் புதிய முறைகளை உபயோகிக்கத் தொடங்கின. இதைப் பற்றிய ஒரு ஆரம்ப நிலைக்

கட்டுரையை, சொல்வனத்தில் முன்பு எழுதியிருந்தேன். புள்ளியியல், தரவுகளில் *(data)* ஒரு கோலத்தைத் *(pattern)* தேடும் முறை. பல தருணங்களில், இக்கோலத்தை வைத்து, ஒரு நிகழ்வின் சாத்தியக்கூறுகளை *(probability of occurrence)* சொல்லிவிட முடிகிறது. பல நிஜ வாழ்க்கை நிகழ்வுகளுக்கு மிகவும் உபயோகமான துறை இந்தப் புள்ளியியல். சொல்வனத்தில், இதைப் பற்றி, விவரமாக எதிர்காலத்தில் ஒரு கட்டுரையை எதிர்பார்க்கலாம்.

Charles S Peirce

விஞ்ஞான முறைகள்/சிந்தனைகள் பற்றிய முதல் புத்தகங்கள் இந்தக் காலத்தில் எழுதப்பட்டன. வில்லியம் ஸ்டான்லி ஜெவன்ஸ் *(William Stanley Jevons)* 1873-ல் எழுதிய *The Principles of Science: a treatise on logic and scientific method (1873, 1877)* என்ற புத்தகம் இன்றும் விஞ்ஞான ஆராய்ச்சியின் அடிப்படையாக உள்ளது. விஞ்ஞான கண்டுபிடிப்புகளை மூன்று முக்கிய கட்டங்களாகப் பிரிக்கிறார் ஜெவன்ஸ். இந்த மூன்று கட்டங்கள்

எந்த ஒரு வெற்றிகரமான கோட்பாட்டிற்கும் பொருந்தும்.

முதல் கட்டம், இயற்கையின் ஒரு இயல்பைப் பற்றிய ஒரு பொது புனைகொள்கையை *(hypothesis)* முன் வைப்பது.

இரண்டாவது கட்டமாக, அந்தப் பொது புனைகொள்கையின் விளைவுகளை *(consequences)* ஆராய்வது

மூன்றாவது கட்டமாக, விளைவுகள் சோதனை முடிவுகளுடன் ஒத்து வருகிறதா என்று சரி பார்ப்பது எந்த ஒரு கோட்பாடும், அதன் விளைவுகளும் இந்த விஞ்ஞான சிந்தனை முறையில்தான் உருவாகின்றன.

20-ஆம் நூற்றாண்டின் பௌதிக விஞ்ஞானி, ரிச்சர்ட் ஃபைன்மேனும் இதே முறைகளையே சொல்கிறார்.

இத்துடன், பல கட்டங்களில், இன்னொரு விஷயம் சரியாகப் புரிந்து கொள்ளப் படுவதில்லை. அதாவது, எந்த ஒரு கோட்பாட்டின் வாழ்நாளும், இந்த மூன்று விஷயங்களும் ஒத்து போகும் வரை தான். உதாரணத்திற்கு, நியூட்டனின் கோட்பாடுகள், கிட்டத்தட்ட, ஒரு 150 வருடம் தாக்கு பிடித்தன. ஆனால், மெர்குரி கிரகத்தின் சுழற்சிபற்றிய அளவுகள் கோட்பாட்டோடு ஒத்து போகவில்லை. ஐன்ஷ்டைனின் புதிய கோட்பாடு, மெர்குரியின் பாதையைத் துல்லியமாக அளந்து சொன்னதால், அதுவே புதிய (gravitational theory) ஏற்புக் கோட்பாடாகியது.

19-ஆம் நூற்றாண்டின் இன்னொரு முக்கிய பங்கு, அணுக்களின் கனத்தை சரியாகக் கணித்து அணுவேதியியலை (atomic chemistry) ஆரம்பித்து வைத்த ஜான் டால்டனின் (John Dalton) அருமையான ஆராய்ச்சி. 20-ஆம் நூற்றாண்டின் அணு பௌதிகம் முன்னேற இது ஒரு அடிப்படைத் தேவையானது. ஆனாலும், 19-ஆம் நூற்றாண்டின் மிக முக்கிய தலையங்க விஞ்ஞான செய்தி என்றால், அது, X-கதிர் மற்றும் ரேடியம் என்ற கதிரியக்கப் பொருள். மற்ற விஷயங்கள் அந்நாளைய செய்தித்தாள்களால், பெரிது படுத்தப்படவில்லை. இந்த இரண்டு விஷயத்திலும், பத்திரிகைகளுக்கு வாசக ஈர்ப்புக்கு வேண்டிய ஜாலங்கள் ஏதும் இல்லாதது காரணமாக இருக்கலாம்!

விஞ்ஞானச் சிந்தனையின் இரு பெரும் மாற்றங்கள்

விஞ்ஞானச் சிந்தனை முறையின் அடிப்படை 19-ஆம் நூற்றாண்டில் உருவானாலும், அதன் உண்மையான தாக்கம், 20-ஆம் நூற்றாண்டில்தான் நிகழ்ந்தது. முதன் முறையாக, விஞ்ஞானக் கோட்பாடு, சோதனை அறிவியலைக் காட்டிலும்,

முன்னே சென்றது. இதற்கான முன்னோடி, ஐன்ஸ்டைன் அவருடைய ஒவ்வொரு கோட்பாடும், பல ஆண்டுகள் கழித்து, சோதனை முறையில் நிரூபிக்கப்பட்டது. சோதனை விஞ்ஞானி, கோட்பாட்டாளர் பின்னே செல்ல வேண்டிய ஒரு நிலை உருவானது. அத்துடன், சோதனை முறைகள் அதிகச் செலவாகும் விஷயமாகவும் மாறின. இந்த இரு பிரிவினரும் ஒன்று சேர்ந்தாலே விஞ்ஞானம் முன்னேறும் என்ற நிலை உருவானது, பழைய வேறுபாடுகள் மறக்கப்பட்டன. ஐன்ஷ்டைனுடன், போர் *(Niels Bohr)*, டிராக் *(Paul Dirac)*, ஹைசன்பர்க், *(Werner Heisenberg)* ஃபைன்மேன், *(Richard Feynman)* மற்றும் ஃபெர்மி *(Enrico Fermi)* போன்ற பெரும் விஞ்ஞானிகள் கோட்பாட்டியலை என்றும் இல்லாத அளவிற்கு முன்னே எடுத்துச் சென்றனர்.

இதற்கு, மிகச் சிறந்த உதாரணம், ஐன்ஸ்டைன் மற்றும் எடிங்க்டன் *(Arthur Eddington)* இருவரின் கூட்டுறவு. 20-ஆம் நூற்றாண்டின் ஆரம்பத்தில், ஐன்ஸ்டைன் பல புதிய விஞ்ஞானக் கோட்பாட்டுப் புரட்சிகளை உருவாக்கிய ஜெர்மானியர்.

எடிங்க்டன், இங்கிலாந்தைச் சேர்ந்த வானியல் மற்றும் கணக்கு நிபுணர் — அதுவும் அரச வான் ஆய்வகத்தில் (Royal Greenwich Laboratory) பணியாற்றியவர். எட்டிங்டன், 1919 —ல், ஐன்ஸ்டைனின் ஒப்புமைக் கொள்கையை நிரூபிப்பதற்கு, வட ஆப்பிரிக்காவுக்குச் சென்று, முழு சூர்ய கிரகணத்தின்போது, எப்படி ஒளியைக் கூட, ஒரு பெரிய நட்சத்திரத்தின் ஈர்ப்புசக்தி வளைத்து விடுகிறது என்று காட்டும் ஒரு நிகழ்வைப் படம் பிடித்து, விஞ்ஞான உலகிற்கு விளக்கினார். இந்தக் கோட்பாட்டை 1915-இல் ஐன்ஸ்டைன் முன் வைத்தார். எதிரி நாட்டின் கோட்பாட்டாளருக்காக, பிரிட்டிஷ் சோதனை விஞ்ஞானி ஒருவர் மெனக்கிட்டு உலகின் ஒரு கோடிக்குச் சென்று சோதனை நடத்தி, எதிரி நாட்டின் விஞ்ஞானியின் கோட்பாடு சரி என்று நிரூபித்தால், அவருடைய நாட்டில் யார் ஒப்புக் கொள்வார்கள்? ஜெர்மனியிலிருந்து வெளியேறிய ஐன்ஸ்டைன், உடனேயே எட்டிங்டனை சந்தித்து நன்றி தெரிவித்தது உலகறிந்த விஷயம்.

20-ஆம் நூற்றாண்டில் இரு பெரும் விஞ்ஞான

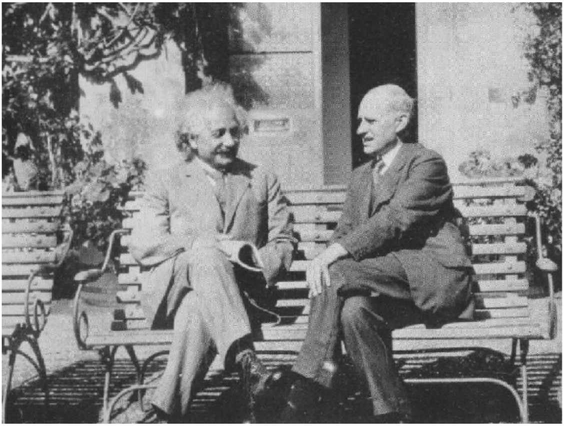
சிந்தனை புரட்சிகள் நிகழ்ந்தது. இதில் ஒன்றை ஆதரித்த ஐன்ஸ்டைன், இன்னொன்றை ஏற்றுக் கொள்ளத் தயங்கினார். முதலாவது, சிந்தனைச் சோதனைகள் *(thought experiments)*. இதில் மிகப் பெரிய விற்பன்னர் ஐன்ஸ்டைன். இவருடைய ஒப்புமைக் கொள்கையில் பல விஷயங்களை மற்றவர்களுக்குப் புரிய வைக்க, சிந்தனைச் சோதனைகளைப் பயன்படுத்தினார். உதாரணத்திற்கு, ஒப்புமைக் கொள்கையில் பல விஷயங்கள் ஒளியின் வேகத்தில் அல்லது அதற்குச் சற்று குறைந்த வேகத்தில் நிகழக்கூடிய விஷயங்கள். எவருக்கும் இந்த வேகத்தில் பயணித்து அனுபவமிருக்கச் சாத்தியமில்லை. இவருடைய கோட்பாட்டை விளக்க, கற்பனை மின் தூக்கிகள் *(imaginary lifts/elevators)* ஒளியின் வேகத்தில் இரு வேறு திசைகளில் பயணிக்கும்போது, அதில் பயணம் செய்யும் மனிதருக்கு எப்படப்புவியீர்ப்புச் சக்தியை உணர்வார் என்று ஐன்ஸ்டைன் விளக்கினார். அவரது சிந்தனை, சோதனை விஞ்ஞானத்தை விட மிக முன்னேறியிருந்ததால், அப்படி செய்ய நேர்ந்தது. பிற்பாடு, அவருடைய ஒவ்வொரு கோட்பாடும், துல்லியமாக (சில 1915

கோட்பாடுகள், *1945* —இல் நிரூபிக்கப்பட்டன) நிரூபிக்கப் பட்டதால், விஞ்ஞான உலகம் சிந்தனைச் சோதனை முறைகளை *(thought experiments)* ஏற்றுக் கொண்டது சொல்வனத்தில் வெளியான ஷ்ரோடிங்கரின் பூனை இப்படிப்பட்ட ஒரு சிந்தனைச் சோதனையைப் பற்றிய கட்டுரை.

http://solvanam.com/?p=11793

இன்றைய விஞ்ஞானம்

அணு பௌதிகம் ஏராளமான முன்னேற்றமடைந்தது 20-ஆம் நூற்றாண்டில். இன்றுவரை, இத்துறையில், கோட்பாட்டாளர்கள் முன்னே உள்ளார்கள். ஆனால், இத்துறையின் முக்கிய திருப்புமுனை, குவாண்டம் கோட்பாடு. பல அணு சம்பந்தப்பட்ட சோதனைகள் மிகவும் சிக்கலானவை. அதில் உள்ள அளவிடல்கள் நேர்முக அளவிடல்கள் அல்ல.

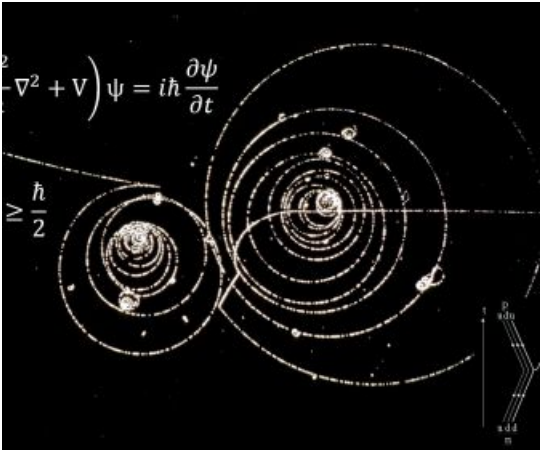


அத்துடன், அவ்வளவு சிறிய உலகில், (ஒப்பீட்டில் தலை முடி பத்து லட்சம் முறை பெரிதானது!) நியூட்டனிய இயக்கவியல் நிபுணர்கள்போல, திட்டவட்டமாக எதையும் சொல்ல முடியாது. உதாரணத்திற்கு, அணுவில் ஒரு எலெக்ட்ரான் எங்கிருக்கும் என்று யாராலும் சொல்ல முடியாது. ஒரு சமயத்தில், ஒரு இடத்தில், இருக்க இத்தனை சாத்தியக்கூறு என்று மட்டுமே சொல்ல முடியும்.

ஐன்ஸ்டைன் போன்ற விஞ்ஞானிகளாலேயே இதை

முதலில் ஏற்றுக் கொள்ள முடியவில்லை. ஐன்ஷ்டைனைத் தாண்டி இவ்வுலகம், புள்ளியியல் சாத்தியக்கூறுகளை ஒப்புக் கொண்டு விட்டது. இன்றைக்கு ஹிக்ஸ் போஸான் உள்ளதா இல்லையா என்று செய்திகள் வரும்போதும், சோதனை முடிவுகள் பல எதிர்முக அளவிடல், மற்றும் சாத்தியக்கூறுகள் மூலமே நிரூபிக்கப் படுகின்றன.

இன்றைய 21-ஆம் நூற்றாண்டில், கோட்பாட்டாளர்களும், சோதனை விஞ்ஞானிகளும் கைக்கோர்த்து பல நாடுகளிலிருந்தும் ஒன்றாக அணுச் சோதனைகளை CERN — இல் செய்கிறார்கள் என்றால், அது, விஞ்ஞான முறைகளின் முதிர்ச்சியைக் காட்டுகிறது. முதிர்ச்சியோடு, பழைய விஞ்ஞான முறைகளையும் இன்றும் பின்பற்றுகிறார்கள்.



சோதனை முடிவுகள் கோட்பாடு சரி என்று நிரூபிக்கலாம், அல்லது, தவறு என்றும் நிரூபிக்கலாம். சோதனை முடிவுகள் முதலில் துல்லியமானதா என்று தனிப்பட்ட முறைகளில் சரிபார்த்துக் கொள்ள வேண்டும். உதாரணத்திற்கு, *CERN* —ன் முடிவுகளுக்கு, இரு உணர்கருவயின் முடிவுகள் ஒத்துப் போக வேண்டும். மேலும், பல்லாயிரக் கணக்கான விஞ்ஞானிகள், கணிணிகள் மூலம் உருவாக்கும் மறைமுக அளவிடல்கள் ஒத்துப்

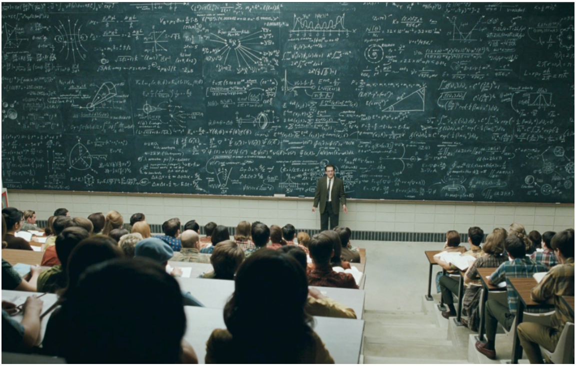
போக வேண்டும். எல்லா முடிவுகளும், அடுத்த கோட்பாடு இந்த முடிவுகளைச் சரி என்று சொல்லும் வரைதான் நீடிக்கும். என்றாவது வேறொரு கோட்பாடு இம்முடிவுகளைச் சரியில்லை என்றோ, அல்லது மேலும் துப்புரவான, கறாரான முடிவுகளைக் காட்டவோ செய்தால் இம்முடிவுகள் கைவிடப்படும்.

எந்த ஒரு கோட்பாடும், சோதனை முடிவும் தகுந்த விஞ்ஞான வெளியீட்டில் சரியான மதிப்புரைக்குப் பிறகுதான் வெளியிடப்பட வேண்டும்.

விஞ்ஞான வெளியீடுகளின் கட்டுப்பாடுகள் இத்துறையின் வளர்ச்சிக்கு முட்டுக்கட்டைகள் அல்ல. மாறாக, சரியான தரக்கக் கட்டுப்பாட்டு முறைகள்.

எந்த ஒரு கோட்பாடும் நிரந்தரமானது அல்ல. நமக்குத் தெரிந்த வரை சரியானது. எங்கோ ஒரு சோதனை இந்தக் கோட்பாடு சரியில்லை என்று நாம் முடிவுக்கு வருவது, ஒரு புதிய கோட்பாடு உருவாக வழி வகுக்கும். இப்படி சுழன்று

கொண்டிருப்பதுதான் விஞ்ஞான உலகின் சிந்தனையின் மையம்.



பெருங்குழு விஞ்ஞானம்

கடந்த 60 ஆண்டுகளாக, விஞ்ஞான முன்னேற்றங்கள் பெரிய குழுக்களால் உருவாக்கப்பட்டவை. விஞ்ஞானச் சோதனைகளுக்கு

மிக அதிகம் செலவாவதும் இந்த வகைக் கூட்டு முயற்சிகளுக்கு ஒரு காரணம். அத்துடன், விஞ்ஞானம் வளர வளர, மறைமுக அளவிடல்களின் சிக்கல்களும், அதற்குத் தேவையான கணினி சக்தியும் கூடிக்கொண்டே போகிறது. இதை நாம் விஞ்ஞான முட்டி மோதல் என்ற கட்டுரைத் தொடரில் விவரமாக ஆராய்ந்தோம். இன்று, பல விஞ்ஞானக் கோட்பாடுகள் முன் வைத்து, எது சரியானது என்ற சர்ச்சை, சோதனை முறையில் விளக்குவத்ற்கு முன்னரே நடக்கிறது. உதாரணத்திற்கு, *Super String theory* என்ற கோட்பாடும், *Super Symmetry (SUSE)* என்ற கோட்பாடும் நம்மிடையே புழங்குகின்றன. நம்முடைய இன்றைய பொது விஞ்ஞானப் புரிதலுக்கு 20-ஆம் நூற்றாண்டின் கடைசி 30 ஆண்டுகள் ஒரு காரணம். சந்திரனில் கால் வைத்த மனிதன், சிலிகான் சில்லு விந்தைகள், இழை ஒளியியல் *(fibre optics)*, லேசர்கள், இணையம் மற்றும் கணினிகள் நம் வரலாற்றுப் பார்வையை மிகவும் மழுங்கடிக்கும் தொழில்நுட்பங்கள். இவை அனைத்திற்கும் பின்னுள்ள பௌதிகம், குவாண்டம் இயக்கவியல்தான். அது ஏற்கப்பட்ட அறிவாகி 60

ஆண்டுகள் கழித்துத்தான் மேற்படிப் பயன்பாடுகள், தொழில்நுட்பங்கள் எல்லாம் உருவாயின என்பதை மறந்துவிடக் கூடாது. விஞ்ஞானக் கூட்டு முயற்சிக்காக உருவாக்கப்பட்ட ஒரு கருவி இணையம். இன்று அதுவே மறக்கப்பட்டு, விஞ்ஞானம் பற்றிய நம் புரிதல் எங்கோ 18-ஆம் நூற்றாண்டில் இன்னும் சிக்கிக் கிடப்பது மிகவும் சோகமான விஷயம்.

இது மாறி, பொதுப் புரிதலில் விஞ்ஞானம் என்பதைப் பற்றிய தற்கால அல்லது சமகால முறைமைகள் ஊறி எழுவதற்கு மிக அவசியம், இன்றைய விஞ்ஞானப் பள்ளி ஆசிரியர்கள், அடுத்த தலைமுறையினருக்கு சரியான விஞ்ஞான எதிர்பார்ப்புகள், முறைகளைக் கற்றுத் தருவதுதான். சில பள்ளியாசிரியர்களாவது , இது போன்ற கட்டுரைகளைத் தேடிப் படித்து, மாணவர்களின் சிந்தனையை மாற்றினால், அதுவே இக்கட்டுரையை எழுதுவதன் குறிக்கோளுக்கு வெற்றி.

****

தமிழ்ச் சொற்கள்

எல்லோருக்கும் புரிய வேண்டும் என்று சில ஆங்கிலச் சொற்களை கட்டுரையில் பயன்படுத்தியுள்ளேன். இச்சொற்களுக்கு நிகரான சில தமிழ்ச் சொற்களை இங்கு பரிசீலனைக்கென முன்வைக்கிறேன்.

ஆங்கிலச் சொல் — தமிழ்ப் பரிந்துரை

Scientific Letters — விஞ்ஞான ஆராய்ச்சிக் கடிதங்கள்

Scientific journals — விஞ்ஞான ஆராய்ச்சி குறிப்பேடுகள், (அல்லது) பதிப்பிதழ்கள்

Single-blind — ஓர் மறை ஆய்வு

Double blind — இரு மறை ஆய்வு

Thought experiment — சிந்தனைச் சோதனை

****

மேற்கோள்கள்

விஞ்ஞான வெளியீடுகளின் சரித்திரம் — *http://expertedge.journalexperts.com/2013/01/26/scholarly-publishing-a-brief-history/*

விஞ்ஞான வெளியீடு பற்றிய தனியார் கட்டுரை — *http://www.stm-assoc.org/2009_10_13_MWC_STM_Report.pdf*

19 —ஆம் நூற்றாண்டின் விஞ்ஞான சரித்திரம் — *http://books.google.ca/books?id=m4SB4BHzFeIC&printsec=frontcover&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false*

விஞ்ஞான ஆராய்ச்சியின் வரலாறு — *http://books.google.ca/books?id=lb-yDqEbvLIC&printsec=frontcover&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false*

விஞ்ஞானச் சிந்தனையின் வரலாறு பற்றிய காட்சியளிப்பு — *http://www.slideshare.net/Euler/the-scientific-thought*

4

விஞ்ஞானக் கணினி

பள்ளி அனுபவம்

தலைப்பைத் தவறாகப் படித்து விட்டோமோ என்று படித்தவுடன் தோணலாம். கவலைப்படாதீர்கள். சரியாகத்தான் படித்திருக்கிறீர்கள். கணினி விஞ்ஞானப் படிப்பு ஒவ்வொரு தெருவோரத்திற்கும் வந்துவிட்டது. இதை 'சொல்வனத்தில்' வேறு எழுதி மேலும் ஜன்னல் பறவைகளை உருவாக்க எண்ணமில்லை. ஒரு வெட் கிரைண்டர் வாங்கினால் கணினி விஞ்ஞான சீட் இலவசம் — வெட் கிரைண்டர் விற்ற லாபத்தில் ஒரு குட்டி காலேஜ்!

சில ஆண்டுகளுக்கு முன் உயர்நிலைப்பள்ளி ஒன்றில் விஞ்ஞானம் படிக்கும் மாணவ மாணவியருடன் ஆற்றிய உரையின் சுருக்கம் இக்கட்டுரை. முதலில் இம்மாணவர்களில் எத்தனை பேருக்கு எதிர்காலத்தில் விஞ்ஞானிகளாக விருப்பம் என்று கேட்டேன். மிக நாணத்தோடு சில மாணவிகள் கையைத் தூக்கினார்கள். மற்ற மாணவர்கள் என்ன நினைப்பார்களோ என்று சில மாணவர்கள் தயங்கியபடியே கையைத் தூக்கினார்கள். ஒரு 5 சதவீத மாணவர்களே தேறும். எத்தனை பேருக்குப் பொறியிலாளர்கள் ஆக வேண்டும் என்றவுடன் பார்க்க வேண்டுமே — பிரகாசமாகத் தூக்கிய கைகளை எண்ணவே சற்று நேரமாகியது. ஒரு 75 சதவீத மாணவர்கள் எதிர்காலத்தில் எஞ்ஜினீயர்களாக ஆசை என்று சொன்னார்கள். பாக்கி 20 சதவீததினர் சும்மா வேடிக்கை பார்க்க வந்திருந்தனர்.

இம்மாணவர்களின் நோக்கு மிகவும் சுவாரசியமானது. நான் குறிப்பிட்ட 5 சதவீதத்தினர் பலவிதக் குழப்பங்களுடன் கேள்விகளுக்குப் பதிலளித்தார்கள். இதில், சிலருக்கு உயிரியலில்

ஆவல். சிலருக்கு வேதியியல் மற்றும் பௌதிகம். சிலருக்கு உயிரியல் தொழில்நுட்பம், மனோதத்துவம், வானவியல், விமானவியல், ஏன் பொருளாதாரம் எதையும் விட்டுவைக்கவில்லை. இவர்களின் விஞ்ஞானப் புரிதல் எந்த அளவில் உள்ளது என்று கணிக்க சில கேள்விகள் கேட்க ஆரம்பித்தேன்.

நியூட்டன் மற்றும் ஆப்பிள் கதை கேள்விப்பட்டிருக்கிறீர்களா என்று கேட்டபொழுது என்னை ஒரு செவ்வாய் கிரக மனிதனாகப் பார்த்தார்கள். பிறகு இச்சம்பவத்திலிருந்து ஈர்ப்பு சக்தி எப்படிப்பட்ட சக்தி என்று கேட்டபொழுது அப்படியொரு நிசப்தம். (பக்கத்திலிருந்த ஆசிரியர்கள் நன்றியோடு என்னை பார்த்தார்கள்! அடுத்த முறை மாணவர்கள் மிகவும் கூச்சலிடும்பொழுது ஒரு உபயோகமான உத்தி சொன்னதற்கு நன்றி). ஒரே ஒரு சுட்டி மாணவி தைரியமாக 'ரொம்ப வீக் சக்தி சார்' என்றாள். மற்றவர்கள் வீக்காகப் பார்த்தார்கள்!

வேதியியலில் ஆவலான மாணவியிடம்

எதிர்காலத்தில் விஞ்ஞானியானவுடன் எந்த விதமான கருவிகளை உபயோகப்படுத்துவீர்கள் என்று கேட்டதற்கு, சோதனைக்குழாய், ரசாயனங்கள் என்று பலவற்றையும் சொன்னாள். பௌதிக ஆவல் மாணவன் நிறமாலைக் கருவி, வித வித மைக்ராஸ்கோப், மின்னியல் கருவிகள் என்று அடுக்கினான். வானவியல் ஆவல் மாணவன் டெலஸ்கோப், ரேடியோ மற்றும் எக்ஸ்ரே டிடெக்டர் என்றான். உயிரியல் ஆவல் மாணவி மைக்ராஸ்கோப், செண்ட்ரிபியூஜ் என்று அடுக்கினாள். ஒரு மாணவன்/மாணவி கூடக் கணினியைத் தங்கள் எதிர்காலக் கருவியாகச் சொல்லவில்லை. கணினியை ஒரு எதிர்கால விஞ்ஞானக் கருவியாக நீங்கள் நினைக்கவில்லையா என்று கேட்டவுடன் நான் செவ்வாயிலிருந்து புதன் கிரக மனிதனானேன்!

கணினிக்கும் விஞ்ஞானத்திற்கும் என்ன சம்மந்தம்?

கணினியை எதற்கு உபயோகிக்கலாம் என்று கேட்டதற்கு, விளையாட்டு, இணைய மேய்தல், தேடல் மற்றும் எம்.பி.3, யூட்யூப் என்றார்கள். கடந்த இருபது ஆண்டுகளில் மாணவர்கள் கேள்விப்பட்ட பெரிய விஞ்ஞான சோதனைகள் மற்றும் முன்னேற்றங்கள் என்னவென்று

கேட்டதற்கு சற்று மெதுவாகச் சில பதில்கள் வந்தன. சில விஞ்ஞான முன்னேற்றங்களைப் பற்றிச் சொன்னவுடன் சில மாணவர்களுக்கு அதைப் பற்றிய சில விஷயங்களைக் குவிஸ் போட்டிபோல ஒப்பித்தார்கள். முக்கியமானவை இதோ:

1. மனித மரபணுத் திட்டம்
2. ஹப்பிள் டெலஸ்கோப்
3. பூமி வெப்பமடைதல் ஆராய்ச்சி
4. பெரிய ஹேட்ரான் கொலைடர்
5. கூகிள் தேடல் சேவை

நியூட்டனுக்கும் உங்களுக்கும் என்ன வித்தியாசம் இருக்கக்கூடும் என்று கேட்டவுடன் மயான நிசப்தம் — ஆசிரியர்கள் மீண்டும் நன்றியோடு பார்த்தார்கள். ஒரு மாணவன் தைரியமாக ”நியூட்டனுக்கு கூகிள் தேடல் சேவை இல்லை” என்று ஜோக் அடித்தான். சரி, கூகிள் இருப்பதால் மனித குலத்தை நியூட்டனை விட இரு மடங்கு உன்னால் முன்னேறச் செய்ய முடியுமா என்று கேட்டதற்கு வழியத்தான் செய்தான்.

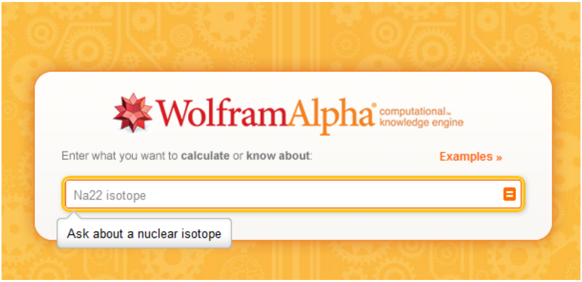
பொதுவாக இப்படிப்பட்ட கேள்விகளைச் சில பல்கலைக்கழக மாணவர்களிடம் கேட்டாலே சரியாகப் பதில் வராது. நாம் எல்லோரும் நினைப்பது இதுதான்: “சுலபமான எல்லா கண்டுபிடிப்புகள், ஆராய்ச்சிகளையும் நமக்கு முன்னே வந்தவர்கள் செய்து முடித்து விட்டார்கள். நம் பாடுதான் கஷ்டம்!”.

இப்படிப்பட்ட சிந்தனை நேற்று இன்றல்ல, பல நூறு ஆண்டுகளாகச் சொல்லப்பட்ட ஒன்று. ஆனாலும் விஞ்ஞானம் வளர்ந்து கொண்டுதான் இருக்கிறது. விஞ்ஞானிகள் சோர்ந்து விடுவதில்லை.

உல்ஃப்ராம் ஆல்ஃபா

பலதரப்பட்ட விஞ்ஞானக் கணினி சமாச்சாரங்களை அலசுவதற்கு முன்பு, பிரிடிஷ் விஞ்ஞானி ஸ்டீவன் உல்ஃப்ராம் அருமையான ஒரு ‘உல்ஃப்ராம் ஆல்ஃபா’ என்ற இணையதளம் ஒன்றை விஞ்ஞான உலகிற்காக மிக அழகாகப் பரிசளித்துள்ளார். கடந்த 15 ஆண்டுகளில் கணினி உலகில் என்னை அசத்திய முன்னேற்றம் இது. இணைய தொழில்நுட்பத்தை

அடுத்த கட்டத்திற்கு எடுத்துச்சென்றுவிட்டார் ஸ்டீவன். இக்கட்டுரையைப் படிக்கும் பெற்றோர்களுக்கு இந்த இணையதளம் அருமையான ஒரு உதவியாளன். அடுத்த முறை உங்கள் மகன் பௌதிக சந்தேகம் கேட்டு வந்தால் பேச்சை மாற்ற வேண்டிய அவசியமில்லை. தேர்ந்த ஆசிரியரைப் போல அசத்தலாம். சரி, கூகிளுக்கும் உல்ஃப்ராமுக்கும் என்ன வித்தியாசம்?



சாதாரண கேள்விகளுக்குக் கூகிள் மிக உதவியாக இருக்கும். வியன்னாவில் இப்பொழுது எத்தனை

மணி, 'நந்தலாலா' சினிமா விமர்சனம், உங்களது பங்குகளின் நிலை, இன்றைய தட்பவெப்ப நிலை, ஏன் உங்களது ஃபெட்எக்ஸ் பார்சல்வரை கூகிளிடலாம்! ஆனால் சற்று சிக்கலான கேள்விகளுக்குக் கூகிள் அவ்வளவு தோதாக இருப்பதில்லை. உல்ஃபராம் இணையதளத்திற்குப் பின் இருக்கும் ஒரு மிகச் சக்திவாய்ந்த விஞ்ஞானக் கணக்கிடும் இன்ஜின் மற்றும் அறிவு சேமிப்பு *(scientific calculation engine and knowledge base)* கூகிளால் நினைத்துப் பார்க்க முடியாத விஷயங்களைச் சாத்தியமாக்குகிறது. விஞ்ஞானம், கணிதம், பூகோளம், மருத்துவம் எதையும் விட்டுவைக்கவில்லை. இது உயர்நிலைப்பள்ளி படிக்கும்போது பிரிட்டானிக்கா களஞ்சியத்தை புரட்டுவதைவிட பல்லாயிரம் முறை சுவாரசியமானது.

பௌதிகத்தில் ஆரம்பிப்போம். *E=mc2* (இப்படியே டைப் செய்துவிடுங்கள்) என்று ஐன்ஸ்டீனின் பிரசித்தி பெற்ற சமன்பாட்டை உல்ஃபராமில் டைப் செய்தால் சும்மா ஐன்ஸ்டீன் பற்றி சுயசரிதம் எல்லாம் கிடையாது. ஒரு கிலோ எடையைக்

கொண்டு அழகாக இந்த சமன்பாட்டைப் புரியும்படி அழகான விளக்கம். அத்தோடு விடுவதில்லை. அந்த *1* கிலோவை கிளிக்கினால் அதுவே சக்தியாக மாறி மீண்டும் சமன்பாட்டைப் புரியவைக்க முயற்சிக்கிறது. அதாவது சக்தியும் எடையும் *(*திணிவு*?)* எப்படி எளிதாக மாற்றப்படலாம் என்ற ஐன்ஸ்டீன் தத்துவத்தை வளவளவில்லாமல் புரிய வைக்கிறது உல்ஃப்ராம். *30* ஜூல் என்று சக்தியைப்பற்றி சாதாரணமாகக் கேட்டால், ஒரு சின்ன பௌதிக உலகமே திறக்கும் உல்ஃப்ராமில்*!* பொறியாளர்கள் விரும்பும் *BTU*, பௌதிக விஞ்ஞானிகள் உபயோகிக்கும் *eV* என்று சொல்வதோடு விடாமல், இந்த *30* ஜூல்கள் சூரியனிடமிருந்து கிடைக்கும் சக்தியில் எத்தனை பங்கு, ஒரு புகைப்பட ஃப்ளாஷ் வெளிச்சத்தில் எத்தனை பங்கு என்று அசத்தி விடுகிறார்கள். பௌதிக ஆசிரியர்கள் இந்த இணையதளத்தை மேய்ந்தால் வகுப்பில் அறுக்கவே மாட்டார்கள்*!*

உங்களை ஒரு புகைப்படக் கலைஞர் *'depth of field'* என்று சொல்லிக் குழப்பப்பார்க்கிறார் என்று வைத்துக்கொள்வோம். உல்ஃப்ராமில் தேடினால்,

சுருக்கமாக இந்த விஷயத்தைப் புரியும்படி விளக்குவதோடு விட்டு வைக்காமல், சின்னதாகச் சம்மந்தப்பட்ட ஒளி பௌதிகத்தை அறிமுகமும் செய்கிறார்கள். கூடவே f-number மற்றும் focal length போன்ற முக்கியமான புகைப்படக்கலை விஷயங்களைச் சமன்பாட்டை வைத்துப் புரியவைக்கிறார்கள்.

உல்ஃப்ராமை கன்னாபின்னாவென்று கேள்விகள் கேட்கலாம். உதாரணத்திற்கு, சீனப் பெருஞ்சுவரின் நீளத்திற்கும் இந்திய ரயில்வேயின் நீளத்திற்கும் என்ன சம்மந்தம்? இந்திய ரயில்வே ஏறத்தாழ 7 மடங்கு சீனச் சுவரைவிட நீளமானது. இது நான் உல்ஃப்ராமில் கேட்டவுடன் கிடைத்த பளிச் பதில். கனடாவில் உள்ள டொரோண்டோவிற்கும் வான்கூவருக்கும் இடையே உள்ள தூரம் சென்னை டில்லி இடையே உள்ள தூரத்தை விட இரு மடங்கு. இதை உல்ஃப்ராமிடம் இப்படிக் கேட்க வேண்டும்: Distance between Toronto and Vancouver/Distance between Chennai and Delhi. இன்னொரு சுவாரசியமான உதாரணம். 'human 5ft 5 in' என்று உல்ஃப்ராமை கேட்டால், உங்கள்

பாலினப்படி உங்களது எடை எவ்வளவு இருக்க வேண்டும், எத்தனை கலோரிகள் ஒரு நாளுக்குத் தேவை, நீர், ரத்த அளவு என்று சகல அனாடமியும் கொட்டுகிறது.

உல்ஃப்ராமிடம் "*AAGCTAGCTAGC*" டைப் செய்து பாருங்கள். இந்த ஜினாம் தொடரை மிக அழகாக விரித்து *22* க்ரோமோஸோம் மற்றும் *X, Y* என்று தூள் கிளப்பும். தலைவலி மருந்தான "*Ibuprufen 40 mg*" டைப் செய்துபாருங்கள். ரசாயன ஜாதமே உங்கள் கையில். உங்களது நண்பர்களிடம் அசத்தவோ அல்லது உங்கள் குழந்தைகளுக்கு சுவாரசியமான விஞ்ஞான விஷயங்களை எடுத்துச் சொல்ல, விஞ்ஞான வகுப்பில் களைகட்ட — இவை எல்லாவற்றுக்கும் மேலாக ஒழுங்காக விஞ்ஞானத்தைப் புரிந்துகொள்ள அசாத்தியமான துணைவன் உல்ஃப்ராம். இது விஞ்ஞானக் கணினி உலகின் உயரிய முன்னேற்றம்.

படிப்பிற்கும், புரிந்து கொள்வதற்கும் ஒரு இணையதள உதாரணத்தைப் பார்த்தோம். மற்றபடி விஞ்ஞானிகளின் ஆராய்ச்சிக்குக் கணினிகள் எப்படி

உதவக்கூடும்?

கூகிளும் விஞ்ஞானமும்

சமீபத்தில் நடத்தப்பட்ட மிகப்பெரிய விஞ்ஞான சோதனைகளில் கூகிளும் ஒன்று என்று எழுதியவுடன் சிலருக்கு அது சரியாகப்பட்டிருக்காது. கவலை வேண்டாம். கூகிள் ஒன்றும் பெரிய விஞ்ஞான ஆராய்ச்சி செய்யவில்லை. விளம்பரங்களை இணையத்தில் விற்று காசு பண்ணும் விஷயம் கூகிள். ஆனால், கூகிள் முன்னே இல்லாத அளவில் கணினிப் பிரச்சினைகளைத் தீர்த்துள்ளதை யாரும் மறுக்க முடியாது. இதற்கும் விஞ்ஞான ஆராய்ச்சிக்கும் சம்மந்தம் உள்ளது. அத்தோடு நான் சந்தித்த மாணவர்களுக்குக் கூகிள் தெரிந்திருந்தது. சரி, மொட்டைத்தலைக்கும் முழங்காலுக்கும் முடிச்சு போட்டுத்தான் பார்ப்போமே!

1980-களில் பெரிய ப்ளாஸ்டிக் உறையுடன் ஃப்ளாப்பி என்ற ஒரு தகவல் தேக்கும் மீடியா அறிகமுகப்படுத்தப்பட்டது. இஸ்திரி செய்யப்பட்ட சட்டைமேல் டை அணிந்த மனிதர் ஒருவர்

அதைக்காட்டி, அதற்குள் 125 பக்கம் டைப் செய்த செய்திகளைச் சேமிக்கலாம் என்று சொல்லிக் கைத்தட்டு வாங்கியது இன்னும் நினைவிருக்கிறது. 8GB மெமரி குச்சி பற்றி அறிந்த இந்நாள் குழந்தைகள் அதை நம்புவார்கள் என்று எதிர்பார்ப்பார்ப்பது அபத்தம். ஒரு ஆங்கில எழுத்து ஒரு பைட் (தமிழ் இரண்டு பைட்) என்று கொண்டால், ஒரு சாதாரண MP3 கோப்பு ஏறக்குறைய 60 லட்சம் பைட். இதை 6 மெகா பைட் என்கிறார்கள். மெகா பைட் காலம் போய் கிகா பைட் இன்று சர்வ சாதாரணம். ஒரு சினிமா டிவிடியில் 4.5 கிகாபைட் வரை தகவல் உள்ளது. 1,000 கிகா பைட் ஒரு டெரா பைட் என்கிறார்கள். 1,000 டெரா பைட் ஒரு பெடா பைட். பெடாபைட் எவ்வளவு பெரியது என்று இங்கே ஒரு நல்ல விளக்கம்.

2008-ஆம் ஆண்டின் கடைசியில் யூட்யூப்பில் 530 டெரா பைட் அளவுக்கு விடியோக்கள் சேமித்திருந்தார்கள். இளைஞர்களுக்குப் பிடித்த ஃபேஸ்புக்கில் மாதத்திற்கு 20 டெரா பைட் புகைப்படங்கள் மட்டும் மேலேற்றப்படுகின்றது.

ஒவ்வொரு 72 நிமிடங்களுக்கும் கூகிள் வழங்கிக் கணினிகளால் 1 டெரா பைட் தகவல் கையாளப்படுகிறது. அசாத்தியமான தகவல் கையாள்மையில் (very large data set handling) கூகிள் அபார வெற்றி பெற்றுள்ளது. இதுவரை மனித வரலாற்றில் இவ்வளவு தகவல் கையாளப்படவில்லை. சரி, இதற்கும் விஞ்ஞான ஆராய்ச்சிக்கும் என்ன சம்மந்தம்?

விஞ்ஞான பெடாபைட்

விஞ்ஞானம் கடந்த 200 வருடங்களாகத்தான் பயங்கரமாக வளர்ந்து வந்துள்ளது. அதற்குமுன் தேவாலயமும் விஞ்ஞானிகளும் சண்டை போட்டுக்கொண்டு முன்னேறவிடாமல் சடுகுடு ஆடினார்கள். போர்கள் அரசாங்கங்களுக்கு விஞ்ஞானம் மேல் நம்பிக்கை ஏற்பட முக்கியக் காரணம். போர்களை வெல்ல முக்கியக் காரணம் விஞ்ஞானம் என்று புரியத் தொடங்கிய நாளிலிருந்து (முதல் உலகப் போர் முதல்) அரசாங்க முதலீடு விஞ்ஞானத்தில் ஆரம்பமாகியது. ஆரம்பகால கணினிகள் போர் சார்ந்த வேலைகளுக்கே பயன்படுத்தப்பட்டன. போரில் வெற்றி பெற

விஞ்ஞானம் உதவும் என்று புரிந்தபின், தேவாலயத்தை மீறி, அரசாங்கங்கள் விஞ்ஞானிகளை மதிக்கத் தொடங்கியது. ஆரம்ப நாட்களில், விஞ்ஞானப் பிரச்னைகளைத் தீர்க்க உருவாக்கப்பட்ட கருவி கணினி. இடையில், பல்வேறு வியாபார பிரச்சினைகளைத் தீர்க்க உதவுவதற்குப் பயன்படுத்தப்பட்டது. ஒரு 50 ஆண்டுகளுக்குப் பின், அதன் பழைய நிலைக்கு மீண்டும் செல்ல இன்று நல்ல சூழ்நிலை உருவாகியிருப்பது வரவேற்கத் தக்க முன்னேற்றம்.

கணினிகளின் ஆரம்பகாலத்தில், அமெரிக்காவில் உள்ள காங்கிரஸ் புத்தகசாலையின் தகவல் (library of the Congress) ஒரு அளவுகோலாகக் கருதப்பட்டது. இன்று கூகிள் போன்ற தனியார் நிறுவனத்திடம் அதைவிட அதிக தகவல் இருப்பது நிஜம். கடந்த 200 வருடங்களாகத்தான் அதிகமாக விஞ்ஞான ஆய்வுகள்/முன்னேற்றங்கள் வெளியிட்டு அலசப்படுகிறது. சில வெளியீடுகள் என்ற நிலை மாறி இன்று விஞ்ஞான வெளியீடுகள் கணக்கில் அடங்காது. சுருக்கமாகச் சொல்லப்போனால், விஞ்ஞானம் வளர வளர விஞ்ஞானத் தகவலும்

பெருகத் தொடங்கியது. உதாரணத்திற்கு, சி.வி.ராமன் இன்றைய விஞ்ஞானியைவிட நூற்றில் ஒரு பங்கு அளவு கூட விஞ்ஞான வெளியீடுகளைப் படிக்க வேண்டியிருக்கவில்லை.

1990 ஆண்டை ஒரு அளவாக கொண்டால், 2000 ஆம் ஆண்டில் அத்தகவல் இரு மடங்காகியது. 2005 ல் 2000 வருட நிலையை விட இரட்டிப்பாகியது. வேண்டுமோ வேண்டாமோ, நாகரிக உலகில் ஈடுபட்டுள்ள அனைத்து மனிதர்களும் அதிக தகவல்களைக் கையாளவேண்டும் — வேறு வழியில்லை. விஞ்ஞானிகளும் இதற்கு விதிவிலக்கல்ல.

மிக முக்கியமான இன்னொரு விஷயம். இன்று விஞ்ஞான சோதனைக்கருவிகள் கணினியுடன் சரளமாக உரையாடுகின்றன. எல்லாம் டிஜிட்டல் மயம். யாரும் காதில் பென்சில் வைத்துக்கொண்டு குட்டிப்புத்தகத்தில் தாடியுடன் எழுதுவதில்லை. மென்பொருள் சோதனைக்கருவியிலிருந்து தகவல்களைக் கணினிக்கு மாற்றி அழகாகப் படங்கள் (graphs) , போக்குகள் (trends) எல்லாம்

நொடியில் வரைந்து விடுகிறது. சோதனைகள் மிகச் சிக்கலாகவும், அதே நேரத்தில் உயர் தரத்துடனும் செய்யப்படுகின்றன. மனோதத்துவதுறை கூடப் புள்ளியியல் மென்பொருளை நம்பியுள்ளது என்றால் மிகையாகாது.

5

விஞ்ஞானக் கணினி — இரண்டாம் பகுதி

விஞ்ஞான உதவிப் பொறி

‘விஞ்ஞானியாகப் போகிறேன் — இந்த கணினி விஷயமெல்லாம் தேவையில்லை’ என்று மட்டும் நினைக்காதீர்கள். கணினி ஒரு கருவி — ஒரு காமிரா போன்ற ஆனால் மிகவும் சக்தி வாய்ந்த கருவி. காமிரா வல்லுனர்கள் இருந்தாலும், பொதுவாக நமக்கெல்லாம் டிஜிட்டல் புகைப்படம் எடுக்கவரும். அதேபோல, யாராக இருந்தாலும் கணினியை இயக்கத் தெரிந்திருக்க வேண்டும். ஒருவர் பூச்சியைப் படமெடுக்கலாம். இன்னொருவர் நடன கோணங்களைப் படமெடுக்கலாம். ஆனால்

இருவருக்கும் புகைப்படம் எடுக்கத் தெரிந்திருக்க வேண்டும். கணினி உபயோகிக்க அதிநுட்பப் படிப்பெல்லாம் தேவையில்லை. அதிகம் கணினி வளராத காலத்தில், ஏராளமாகப் படித்துவிட்டு இந்தியப் பொறியாளர்கள் விற்பனை லெட்ஜர் போன்ற அபத்த விஷயங்களுக்கு நிரல்கள் எழுதி பெருமைபட்டுக்கொண்டதோடு அவர்களது பெற்றோர்களும் அலட்டிக்கொள்ள வாய்ப்பளித்தார்கள்.

வளர்ந்துவரும் உயிரியல் தொழில்நுட்பம் போன்ற துறைகளில் விஞ்ஞானம் தொடர்பான தகவல்கள் மற்ற துறைகளைவிட அதிகமாக சேமித்து, மீட்கப்படுகிறது. 2040 ஆம் ஆண்டுக்குள் ஒவ்வொரு வருடத்திற்கும் சேமிக்கப்பட்ட தகவல்கள் இரட்டிப்பாகும் என்று விஞ்ஞானிகளால் நம்பப்படுகிறது. தகவல்களை தேவைக்கேற்ப வரிசைப்படுத்தி, சட்டென்று தேடி மீட்பது அடிப்படைத் தேவையாக மாறப்போகிது. எதிர்காலத்தில், இதற்காகத் தனியாகக் கணினி நிபுணரை தேடினால் கிடைக்காது. எத்தனை விஞ்ஞான தேர்ச்சி இருந்தாலும் கணினி தேர்ச்சியும்

தேவை. அத்துடன், விஞ்ஞான பிரச்சினைகள் வியாபார பிரச்சினைகள் போலப் பரவலானவை அல்ல. அதற்கான விடைகளும் விசேஷமானது. சாதாரண ஜன்னல் க்ளிக் திறமைகள் வேலைக்கு ஆகாது.

உயிரியல் பெடாபைட்டுகள்

நாம் முன்னே பார்த்த சமீபத்திய விஞ்ஞான சோதனைகளை இந்த நோக்குடன் சற்று பார்ப்போம். முதலில் 'மனித மரபணு சோதனை'யை அலசுவோம். 1990களில் விஞ்ஞானிகள் ஜீனோம் வரிசைபடுத்தலில் சரித்திரத்தில் முதன் முறையாக ஈடுபட்டுத் தீவிரமாக உழைத்து வந்தார்கள். மிக அதிகமான கணினித்திறன் இதற்குத் தேவைப்பட்டது. 15 வருடங்களுக்கு அரசாங்கமும் தனியார் ஆராய்ச்சியாளர்களும் மரபணு வரிசைபடுத்த முக்கிய காரணம், யாரிடம் புத்திசாலித்தனமான மென்பொருள் வழிமுறைகள் (அல்கரிதம்), விசேஷ கணினிகள் மற்றும் சோதனை வசதிகள் உள்ளது என்பதே. இன்று மனித மரபணு சார்ந்த விஞ்ஞான டேடா பல வழங்கி கணினிகளில் பல டெராபைட் வரை சேமிக்கப்பட்டு மீட்பதற்காக

தயாராக உள்ளது. இதில் சில மரபணு தரவுதளங்கள் *(databases)* வியாபார ரீதியில் விற்கவும் செய்கிறார்கள். பல மருந்து தயாரிப்பு மற்றும் சோதனையில் இது மிக அவசியமான ஒன்றாக கருதப்படுகிறது. எதிர்கால உயிரியல் தொழில்நுட்ப வளர்ச்சி மற்றும் பார்மா உலகிற்கு இத்தரப்பட்ட கணினி முன்னேற்றம் அடிப்படை தேவை என்று சொன்னால் மிகையாகாது. உயிரியல் பல நூறு ஆண்டுகளாக ஆராயப்படும் ஒரு முக்கிய விஞ்ஞானத் துறை. அடுத்த ஐந்து ஆண்டுகளை இத்துறையில் கணினியின்றி நினைத்து பார்க்கக் கூட முடியாது.

செர்கே பிரின் *(Sergey Brin)* என்பவர் கூகிளைத் தொடங்கிய இருவரில் ஒருவர். ஸ்டான்ஃபோர்டு பல்கலைக் கழகத்தில் டாக்ட்ரேட் பட்டம் வாங்கிய இவர் கூகிள் நிறுவனத்தை வெற்றிகரமாக நட்த்தி வருகிறார். இவர் ஏராளமான டேடாவை கையாள்வதை தன்னுடைய லட்சியமாக கொண்டவர். அதுவும் முக்கியமான விஷயம், ”டேடா பொய் சொல்லாது, மனிதர்களைப் போல” என்பது இவரது அசைக்க முடியாத நம்பிக்கை. பல

கோடி இணையத் தளங்கள், பல கோடி கோப்புகள், வரை படங்கள் என்று எதையும் விடாமல் கூகிளின் வழங்கி கணினிகள் சலிக்காமல் 24 மணி நேரமும் கேட்ட கேள்விகளுக்கு பதில் சொல்லிய வண்ணம் கடந்த 12 ஆண்டுகளாக சேவை புரிந்து வந்துள்ளன. இவரின் மனைவி, ஒரு மரபணு சோதனை சார்ந்த ஒரு நிறுவனத்தை நடத்தி வருகிறார். தற்செயலாக தன்னுடைய மரபணுவை தன் மனைவியின் அலுவலகத்தில் பிரிசோதனை பார்த்த்தில் இவருக்கு ஒரு முக்கிய விஷயம் தெரிய வந்த்து. செர்கேவின் 12 வது க்ரோமோஸோமில் LRRK2 என்ற மாற்றம் *(genetic mutation)* உள்ளது தெளிவாயிற்று. இதனால் பார்கின்ஸன்ஸ் வியாதி வர ஒரு 25% சாத்தியம் என்று தெரிந்து கொண்டார் செர்கே. அதுவும் உடனே அல்ல. 36 வயதான இவருக்கு ஒரு 70 வயதுக்கு மேல் வர வாய்ப்புள்ளது என்று கணக்கிடப்பட்டது. அதுவும் அவரது குடும்பத்தில் ஏற்கனவே இந்நோயால் பாதிக்கப்படவர்கள் இருப்பதால், இவருக்கு வர சாத்தியக்கூறுகள் அதிகம். பார்கின்ஸன்ஸ் நோய் நரம்புகளைத் தாக்கி மனிதனை ஊனமாக்கும் தன்மை கொண்டது.

இதற்கு இன்றுவரை தீர்வு/மருந்து ஏதும் இல்லை.

தமிழ் சினிமா போல சோகப் பாட்டு பாட தயாராக இல்லை இந்த இளைஞர். இந்நோயைப் பற்றிய ஆராய்ச்சி எந்த அளவில் இருக்கிறது என்று ஆராயத் தொடங்கினார் (எல்லாம் கூகிளை வைத்து

தான்!). செர்கே கூகிள் முறையில் சிந்திக்க தொடங்கினார். அவரது சிந்தனை இக்கட்டுரையின் மைய கருத்துக்கு ஒரு சிறந்த எழுத்துக்காட்டு. வழக்கமான மருத்துவ ஆராய்ச்சியில் பல படிகள் உள்ளன. முதலில் ஒரு கோட்பாடு ஒன்றை *(hypothesis)* அடிப்படையாக வைத்துக் கொள்ள வேண்டும். பிறகு, பல விரிவான சாத்தியக்கூறுகளை ஆராய்கிறார்கள். அடுத்தபடியாக பல நோயாளிகளின் மருத்துவ நிலை பற்றிய தகவல்களை சேகரிக்கிறார்கள். புள்ளியியல் முறைப்படி, தகவல்களை ஆராய்கிறார்கள். ஆராய்ச்சியின் முடிவுகளை ஒரு கட்டுரை எழுதி மருத்துவ இதழ்களில் வெளியிடுகிறார்கள். இதற்கு குறைந்தபட்சம் 6 வருடங்களாகிறது. பல குழுக்கள் பல கோட்பாடுகளை அடிப்படையாக கொண்டு ஆராய்வதால், பல வித கட்டுரைகளும் வந்த வண்ணம் உள்ளன. செர்கே வேறு முறைபடி ஆராய்ச்சி செய்ய (கூகிள் முறை) ஏராளமான நன்கொடை வழங்கியுள்ளார். இவர் முறையில், முதல் படியாக ஒரு வல்லுனர் குழு பல நோய் அறிகுறிகள் *(symptoms)* கொண்ட கருத்தரிய பயன்படும் கேள்விதாளை *(questionnaire)*

உருவாக்குகிறார்கள். அடுத்தபடியாக இந்நோயாயால பாதிக்கபட்டவர்கள் தேர்ந்தெடுக்கப்படுகிறார்கள். (இதுவரை எந்த வித கோட்பாடும் இல்லை — அதை டேடா சொல்லும் என்பது இவர்களது வாதம்). அடுத்த படியாக கேள்விதாள்களை சேகரித்து வகைப்படுத்திக் கொள்கிறார்கள். புள்ளியியல் முறைப்படி, பலவித சாத்தியக் கூறுகள், நோய் சம்மந்தப்பட்ட டேட்டாவில் உள்ள உறவுகள் *(data relationships)* , அதன் வலிமை எல்லாவற்றையும் கணினி கொண்டு அலசித் தள்ளுகிறார்கள். கண்டுபிடித்த போக்குகள், உறவுகள், சாத்தியக்கூறுகள் எல்லாவற்றையும் ஒரு காட்சியளிப்பாக *(presentation)* பார்கின்ஸன்ஸ் நோய் சம்மந்த அமைப்பில் உடனே வெளியிடுகிறார்கள். ஆரம்பத்திலிருந்து கடைசிவரை இவர்கள் ஒரு முழு பயணத்திற்கு இவர்கள் எழுத்துக் கொள்ளும் காலம் 8 மாதங்கள். செர்கே, 8 மாத முயற்சிகள் பலதும் எடுத்துக் கொண்டால், கணினிகளை உபயோகித்து ஆராய்ச்சியை துரிதப் படுத்தலாம் என்று நம்புகிறார்.

தன்னுடைய 60 வது வயதுக்குள் இந்நோயிற்கு

தீர்வு கண்டுபிடிக்க முடியும் என்று நினைக்கிறார். விஞ்ஞான உலகில் இதற்கு அவ்வளவு ஆதரவு இல்லைதான். வழக்கமான ஆராய்ச்சி முறைகளுக்கு முற்றிலும் மாறுபட்ட்து என்பது, உயிர் சம்மந்தப்பட்ட்து என்பதாலும் எதிர்ப்பு இருக்கத்தான் செய்கிறது. ஆனால் செர்கே இந்த புதிய முறைக்கு பல கோடி டாலர்கள் செலவழித்து ரிஸ்க் எடுக்க தயாராக உள்ளார். முடிவுகளை காத்திருந்துதான் பார்க்க வேண்டும். (நன்றி: ஸ்யண்டிஃபிக் அமெரிக்கன்).

பூமிக்கு மேல் பெடாபைட்டுகள்

ஹப்பிள் தொலைநோக்கி ஒரு அருமையான வானவியல் பரிசு. காற்று மண்டலத்திற்கு மேலே விண்வெளியில் துல்லியமாக படமெடுத்து வானியல் ஆராய்ச்சிக்கு அருமையாக உதவுகிறது. ஹப்பிள் புகைப்படம் எல்லாம் டிஜிட்டல். இதுவரை 120 டெராபைட் அளவிற்கு படங்கள் எடுத்து சேமிக்கப்பட்டுள்ளது. இதை ஆராய, மற்றும் தேட கணினிகள் மிக மிக அவசியம். இது போன்று வானவியல் டிஜிட்டல் படங்களை மேம்படுத்துவது மற்றும் அதன் நிறங்களிலிருந்து நிறமாலை ஆய்வு

நடத்தி பல தொலைவில் உள்ள நட்சத்திர மண்டலம் மற்றும் கருந்துளை *(black hole)* ஆராய்ச்சிக்கு முக்கிய தேவை கணினி மற்றும் டிஜிட்டல் குறிப்பலை கையாள்மை *(digital signal processing)* என்ற நுட்பம். வானியல் கலிலியோ காலத்திலிருந்து வளர்ந்துள்ள ஒரு விஞ்ஞானம். கடும் கணித சக்தி தேவையான ஒரு துறை. நுண்துகள் பெடாபைட்டுகள்

அணு நுண்துகள்கள் *(sub atomic particles)* ஆராய்ச்சி மிக முக்கியமான ஒன்று. மனிதனின் அடிப்படை கேள்விகளில் பிரிக்க முடியாத அடிப்படை துகள் எது என்பது. அதே போல பிரபஞ்சம் எவ்வாறு தோன்றியது என்பதும். முதல் கேள்வி மிக மிக சிறியன பற்றிய ஆராய்ச்சி. பின்னே சொன்னது மிக மிக பெரியன பற்றிய ஆராய்ச்சி விஞ்ஞான ஆராய்ச்சி தொடங்கிய காலத்திலிருந்து கண்ணதாசன் சொன்னது போல 'மனிதன் பெரிது சிறிது (இன்ப துன்பம்) எதிலும் கேள்விதான் மிஞ்சும்'. பெரிய ஹாட்ரான் கொலைடர் பன்னாட்டு ராட்சச ஆராய்ச்சி. பல பௌதிக தியரி ஆய்வாளர்கள் பல அணு நுண்துகள்கள்

இருப்பதை குவாண்டம் கோட்பாடு கொண்டு சொல்லி விட்டார்கள். இதை சோதனை மூலம் நிரூபிக்க இந்த ராட்சச கொலைடரை ஐரோப்பாவில் ப்ரான்ஸ் மற்றும் சுவிஸ் நாட்டின் எல்லையில் அமைத்துள்ளார்கள். 17 மைல்கள் நீளமுள்ள நிலத்தடி சுரங்கத்தில் அணுக்களை பயங்கர வேகத்தில் மோத விட்டு அணு நுண்துகள்களை தேடும் முயற்சி. இந்த மோதல் நேரிடும் போது ஒரு வினாடிக்கு 1 பில்லியன் படங்கள் எடுக்கப்பட வேண்டும். ஒரு வினாடியில் 10 பெடாபைட் அளவுக்கு டேடா என்றால் பாருங்களேன். இதை எப்படி கையாள்வது என்று கணினி பொறியாளர்கள் பலவாறு முயன்று வருகிறார்கள். அத்தனை சக்தி வாய்ந்த கணினிகல் நம்மிடம் இல்லை. இதனால் ஒரு வினாடிக்கு 100 நிகழ்வுகளை படம்பிடிக்க முடிவு செய்துள்ளார்கள். இதுவே ஒரு வருடத்தில் 15 பெடாபைட் வரை தேவை என்று கணக்கிட்டுள்ளார்கள். இந்த டேடாவை பல்லாயிரம் கணினிகள் உள்ள ஒரு வலையமைப்பில் செயலாக்க திட்டமிட்டுள்ளார்கள். இதைப் பற்றிய இன்னும் விவரங்கள் இங்கே

http://public.web.cern.ch/public/en/lhc/Computing-en.html

கூகிளுக்கும் விஞ்ஞானத்திற்கும் என்ன சம்மந்தம் என்று புரிந்திருக்கும். இரண்டிற்கும் பல டெரா/பெடா பைட் அளவு ராட்சச செய்தி கையாளும் திறமை தேவை. வித்தியாசம், கூகிள் தேடும் சேவை ஒரு முன்னேற்பாடுடைய கையாள்மை. விஞ்ஞான தேடல்கள் ஒவ்வொரு முறையும் மாறுபட்டது.

முன்னே சொன்னது போல, ராட்சச சோதனைகளுக்கு மட்டுமே கணினிகள் தேவை என்று நினைக்க வேண்டாம். இன்று மிக சிறிய சோதனைகளுக்கு மற்றும் ஆய்வுகளுக்கு விஞ்ஞான கணினி அவசியமாகிவிட்டது. இதற்கென்று பல மென்பொருட்கள் வந்து விட்டன. வெகு ஜன சந்தை *(mass market)* இல்லாததால் அவ்வளவு பிரசித்தி பெறவில்லை. படம் வரையும் *(graphing*

programs) மென்பொருட்கள், கணிக்கும் சேவைகள் மற்றும் பலதரப்பட்ட விஞ்ஞான உதவி மென்பொருட்கள் எளிதில் கிடைக்கின்றன. திறந்த மூலநிரல் *(open source)* முறையில் இலவசமாக மாணவர்கள், ஆராய்ச்சியாளர்களுக்கு பல மென்பொருட்கள் வந்துள்ளன.

விஞ்ஞான உதவியாளன்

இதில் முக்கியமாக கவனிக்கப்பட வேண்டிய விஷயம்: கணினிகளின் உதவியால் விஞ்ஞான ஆராய்ச்சி வளர்ந்து வருகிறது. கணினிகளே விஞ்ஞானம் அல்ல. மனித விஞ்ஞான சிந்தனையை கணினிகள் என்றும் நீக்கப் போவதில்லை. விஞ்ஞானத்தில் முடிவுகள் சர்ச்சைகளுக்குப் பின் பொதுவாக அனைத்து விஞ்ஞான வல்லுனர்களாலும் ஒப்புக் கொண்ட பின்பே கோட்பாடாகிறது. அத்துடன் காரணத்தன்மைக்கும் *(causation)* சம்மந்தத்தண்மைக்கும் *(correlation)* நிறைய வித்தியாசங்கள் உண்டு. ஒன்றிருந்தால், மற்றொன்றை பிடித்துவிடலாம் என்பதெல்லாம் விஞ்ஞான பித்தலாட்டமாகிவிடக் கூடிய வாய்ப்புகள் அதிகம். காரணத்தன்மையை

சந்தேகத்திற்கு இடமின்றி நிரூபிப்பது என்றும் விஞ்ஞானத்தின் அடிப்படைத் தேவை. விஞ்ஞான ஆராய்ச்சிகள் அதே சமயத்தில் மிகவும் சிக்கலானதாக மாறி வருகிறது. அதிகமாக விஞ்ஞான வெளியீடுகளும் வந்த வண்ணம் இருக்கின்றன. இன்றைய, நாளைய விஞ்ஞானிகளுக்கு கணினி அறிவு மிக அவசியம். மற்ற துறைகளைப் போல விஞ்ஞானத்திலும் அலுப்பு தட்டும் வேலைகள் பல உண்டு. மற்ற துறைகளைப் போல கணினிகள் இங்கு உதவுகின்றன. மிக துல்லியமாக சோதனை கண்காணிப்புகளை கணக்கிட மற்றும் விளக்கவும் கணினிகள் மிகத் தேவை என்ற நிலை வந்துவிட்டது.

ஓரளவுக்கு பௌதிக/வேதியல் துறையில் தியரி, சோதனையியலை விட முன்னேறிவிட்டது. பல தியரிகளை நிரூபிக்க ராட்சச இயந்திரங்கள் தேவை; அல்லது ராட்சச கணினி சக்தி தேவை. பொதுவாகவே விஞ்ஞான ஆராய்ச்சி பல்துறை ஆராய்ச்சியாக *(multi disciplinary)* மாறி வருகிறது. உயிர் தொழில்நுட்பம், நானோ தொழில்நுட்பம், என்று பல்துறை ஆராய்ச்சிகள் மிகவும் பறந்த

திறமையுள்ள விஞ்ஞானிகள் தேவையான வளர்ச்சி வாய்ப்புகள். பல விஞ்ஞான துறைகளோடு கணினி திறமைகள் மிக அவசியம். இன்று விடியோ எந்திரத்தை இயக்கத் தெரிந்தவர் என்று யாராவது இருக்கிறார்களா? விடியோவின் ஆரம்ப காலத்தில் விசிஆர் களை இயக்கத் தெரிந்தவர்கள் புதிதாக எந்திரத்தை வாங்கியவர்களுக்கு உதவி வந்தார்கள் என்று சொன்னால் இன்றைய குழந்தைகள் என்னை மீண்டும் கிரகபெயர்ச்சி செய்து விடுவார்கள். அதே போலத்தான் எதிர்காலத்தில் கணினியும்.

உதாரணத்திற்கு, நீங்கள் ஒலி சம்மந்தமான ஆராய்ச்சி செய்கிறீர்கள் என்று வைத்துக் கொள்வோம். ஒரு வித்தியாசமான பறவையின் ஒலியை டிஜிட்டல் உலகிற்கு அறிமுகப் படுத்துவது உங்கள் குறிக்கோள் என்று வைத்துக் கொள்வோம். முதலில், பறவையின் ஒலியை பதிவு செய்யும் தரமான கருவி தேவை. பிறகு, அதை ஆராய்ச்சி செய்ய ஒலி சாதன்ங்கள் தேவை. பிறகு, அதை டிஜிட்டலாக உருவாக்க தேவை கணினிகள். இதை டிஜிட்டல் குறிப்பலை கையாள்மை *(digital signal*

processing) என்ற துறையின் ஆதார கருத்துக்கள் தேவைப்பட்டாலும், கணினியில் உருவாக்க மற்றும் தேவைக்கேற்றாற்போல மாற்றி அமைக்க கணினி அல்கரிதம் அவசியம். ஒளி சம்மந்தப்பட்ட துறைகளில் அளவிடவே கணினிகள் தேவை. ஓரளவிற்கு, இன்று கணினிகளால் எங்கு தூய விஞ்ஞானம் முடிந்து எங்கு பயன்பாட்டு விஞ்ஞானம் தொடங்குகிறது என்ற எல்லைக் கோடுகள் மறைந்த வண்ணம் இருக்கின்றன.

இணையத்தில் விஞ்ஞானத் தளங்கள்

விஞ்ஞான ஆர்வலர்களுக்கு விஞ்ஞான தகவல்கள் மற்றும் விஞ்ஞான வெளியீடுகளை படித்து பயன்பெற இணையத்தில் பல வசதிகளும் உள்ளன. உதாரணத்திற்கு, பல விஞ்ஞான வெளியீடுகளும் சந்தாதார்ர்களுக்கு மட்டுமே படிக்க முடியும். இந்த முறையை மாற்ற பல இணைய முயற்சிகளும் நிகழ்ந்த வண்ணம் இருக்கின்றன. மூன்று உதாரணங்கள் இன்கு பார்ப்போம்.

இந்திய விஞ்ஞான அக்காடமி, பல ஆராய்ச்சி வெளியீடுகளையும் தனது இணைத்தளத்தில்

இலவசமாக வெளியிடுகிறது *(http://www.ias.ac.in/)*. இந்த இணைத்தளத்தில் பௌதிக வெளியீடுகள் இங்கே *(http://www.ias.ac.in/j_archive/pramana /25/vol25contents.html)*. சந்தா எதுவும் தேவையில்லை.

பல விஞ்ஞான வெளியீடுகள் சந்தா இல்லாமல் படிக்க இந்த சுட்டி உதவும் *()*.

ஆராய்ச்சி கட்டுரைகள் எழுதுவது இக்கட்டுரையை எழுதுவது போல சாதாரண வேலையில்லை. சம்மந்தப்பட்ட கட்டுரைகளை மேற்கோள் காட்டுவது, மற்றும் பல சிக்கலான குறிகள், கணித சமாச்சாரம் எல்லாம் இணைப்பது பெரிய வேலைதான். இதை ஓரளவு சமாளிக்க உதவும் இன்னொரு அருமையான மென்பொருள் மெண்டலே *(http://www.mendeley.com/)*. பல துறைகளில் உலக ஆராய்ச்சியாளர்கள் இந்த மென்பொருளைக் கொண்டு தங்களது ஆராய்ச்சியை உலகில் எங்கிருந்தாலும் சமாளிக்க அருமையான வசதிகள் இந்த இலவச மென்பொருளில் உண்டு.

இன்று கணினி படிக்கும் இளைஞர்கள் வெறும் விஷுவல் பேசிக், ஆரக்கிள் என்று ஜனரஞ்சன மென்பொருட்களை வைத்துக் கொண்டு காலம் தள்ள முடியாது. மென்பொருள் துறையும் சற்று வசீகரம் இழந்து புதுமையற்று சாதாரண கணக்கு வேலை போல ஆகிக் கொண்டு வருகிறது. இன்று பள்ளிப் படிப்பு முடித்த இளைஞர்கள் பல கணினி வேலைகளை www.zoho.com போன்ற நிறுவனங்களில் முன்னாள் ஐஐடி இளைஞர்கள் செய்த வேலைகளை துடியாக செய்கிறார்கள். படித்த இந்திய இளைஞர்கள் விஞ்ஞான பிரச்னைகளை தீர்க்க உதவும் விஞ்ஞான கணினி உலகில் இறங்கி பல புதுமைகள் செய்ய வேண்டும்.

ஐஐடியில் படித்து விற்பனை லெட்ஜர் நிரல் எழுதுவதில் என்ன புதுமை? கொளுத்தும் வெய்யிலில் அமெரிக்க மென்பொருளின் பெருமையை பேசி காசு சம்பாதிப்பது தற்காலிக மகிழ்ச்சியே தரும். விஞ்ஞான கணினி உலகில் புதுமை செய்து மனித முன்னேற்றத்திற்கு உதவிய மனநிறைவுக்கு நிகர் இல்லை.

விஞ்ஞான கணினி உலகம் அவ்வளவு லெட்ஜர் நிரல் போல எளிதல்ல. ஆனால் நம் படிப்பெல்லாம் எதற்கு? உயரிய, சிக்கலான பிரச்னைகளை தீர்ப்பதற்குதானே?

விஞ்ஞான கணினி மென்பொருள் புற மேற்கோள்கள் *(external references)*

*2010*ல் மீண்டும் இந்தியா வந்த போது —கணினி பொறியியல் மாணவர்களை மீண்டும் சந்திக்கும் வாய்ப்பு கிடைத்து. ஃபெடோரா என்ற லினிக்ஸ் இயக்கமையத்தில் *(OS)* அசத்துவதைக் கண்டேன். கீழே, பல சுட்டிகள் லினிக்சுடன் தொடர்பு இருப்பதற்கு இதுவே காரணம்.

http://www.windows7download.com/win7-scilab/ukafhapj.html — *SciLab* என்ற திறந்த மூலநிரல் மென்பொருள். மாணவர்களுக்கு தோதானது.

http://www.texmacs.org/ விஞ்ஞான சமன்பாடுகளை மைக்ரோசாஃப்டுடன் போராடாமல் அழகாக கோப்புக்கள் எழுத உதவும் மூலநிரல் மென்பொருள் — லினிக்ஸ் உலகிற்கு.

http://www.mathomatic.org/math/ விஞ்ஞான கணக்கியல் உதவிக்கு — ஆரம்ப மாணவர்கள் மேல்தட்ட கணக்கு பாடங்களுக்கு உபயோகிக்கலாம் — லினிக்ஸ் உலகின் அன்பளிப்பு.

http://www.r-project.org/ புள்ளியியல் ஆர்வலர்களுக்கு அருமையான லினிக்ஸ் அன்பளிப்பு.

http://www.gle-graphics.org/ வித விதமான படங்களை சமன்பாடுகளோடு வரைவது விஞ்ஞான தேவை. இதை லினிக்ஸ் மூலம் செய்வது எளிது.

http://visifire.com/ மேற்சொன்ன விஷயத்தை விண்டோஸ் உலகில் செய்ய.

http://www.mathworks.com/products/matlab/ மேட்லேப் என்ற நிரல் கல்லூரிகளில் பலவித விஞ்ஞான வேலைகளுக்கு உபயோகிக்கப்படும் மென்பொறுள். இதன் பயன் பல்வேறு துறைகளில்.

http://www.wolfram.com/mathematica/ உல்ஃப்ராம் பற்றி விவாதித்தோம் அல்லவா? உல்ஃப்ராம் ஆல்ஃபா பின்னால் உள்ள என்ஜின் இந்த

மேத்தமேடிக்கா.

http://www.maplesoft.com/products/maple/ மேட்லேப் மற்றும் மேத்தமேடிக்கா வின் மூன்றாவது போட்டியாளர்.

http://eumat.sourceforge.net/ மேட்லேப் மிகவும் விலை அதிகமாக தோன்றினால், ஆய்லர் என்பது அதைப் போன்ற ஆனால், இலவசமான மென்பொருள் — லினிக்ஸ்.

http://www.ni.com/labview/ மிக அழகாக விஞ்ஞான ஆராய்ச்சி எந்திரங்களோடு உரையாடி, அதிலிருந்து வரும் டேட்டாவை கணினியில் வரைந்து, போக்குகளைக் காட்ட சிறந்த நிரல் லேப்வ்யூ.

சில மென்பொருட்களே இங்கு ஒரு சாம்பிளுக்காக சொல்லியுள்ளேன். விஞ்ஞான உலகில் பல வகையான விசேஷ படிப்புகள் இருப்பதால், பல்லாயிரம் மென்பொருள்கள் இருக்கின்றன. இக்கட்டுரையைப் படிக்கும் மாணவர்கள் வரைபடம் *(plotting)*, ஆவணத்துவம் *(documentation)* மற்றும் கணிதம் சம்மந்தப்பட்ட மென்பொருள்களை

உபயோகிக்க பல வாய்ப்புகள் இருக்கின்றன.

1

FreeTamilEbooks.com - எங்களைப் பற்றி

மின்புத்தகங்களைப் படிக்க உதவும் கருவிகள்:

மின்புத்தகங்களைப் படிப்பதற்கென்றே கையிலேயே வைத்துக் கொள்ளக்கூடிய பல கருவிகள் தற்போது சந்தையில் வந்துவிட்டன. Kindle, Nook, Android Tablets போன்றவை இவற்றில் பெரும்பங்கு வகிக்கின்றன. இத்தகைய கருவிகளின் மதிப்பு தற்போது 4000 முதல் 6000 ரூபாய் வரை குறைந்துள்ளன. எனவே பெரும்பான்மையான மக்கள் தற்போது இதனை வாங்கி வருகின்றனர்.

ஆங்கிலத்திலுள்ள மின்புத்தகங்கள்:

ஆங்கிலத்தில் லட்சக்கணக்கான மின்புத்தகங்கள் தற்போது கிடைக்கப் பெறுகின்றன. அவை *PDF, EPUB, MOBI, AZW3*. போன்ற வடிவங்களில் இருப்பதால், அவற்றை மேற்கூறிய கருவிகளைக் கொண்டு நாம் படித்துவிடலாம்.

தமிழிலுள்ள மின்புத்தகங்கள்:

தமிழில் சமீபத்திய புத்தகங்களெல்லாம் நமக்கு மின்புத்தகங்களாக கிடைக்கப்பெறுவதில்லை. *ProjectMadurai.com* எனும் குழு தமிழில் மின்புத்தகங்களை வெளியிடுவதற்கான ஓர் உன்னத சேவையில் ஈடுபட்டுள்ளது. இந்தக் குழு இதுவரை வழங்கியுள்ள தமிழ் மின்புத்தகங்கள் அனைத்தும் *PublicDomain*-ல் உள்ளன. ஆனால் இவை மிகவும் பழைய புத்தகங்கள்.

சமீபத்திய புத்தகங்கள் ஏதும் இங்கு கிடைக்கப்பெறுவதில்லை.

எனவே ஒரு தமிழ் வாசகர் மேற்கூறிய

“மின்புத்தகங்களைப் படிக்க உதவும் கருவிகளை” வாங்கும்போது, அவரால் எந்த ஒரு தமிழ் புத்தகத்தையும் இலவசமாகப் பெற முடியாது.

சமீபத்திய புத்தகங்களை தமிழில் பெறுவது எப்படி?

சமீபகாலமாக பல்வேறு எழுத்தாளர்களும், பதிவர்களும், சமீபத்திய நிகழ்வுகளைப் பற்றிய விவரங்களைத் தமிழில் எழுதத் தொடங்கியுள்ளனர். அவை இலக்கியம், விளையாட்டு, கலாச்சாரம், உணவு, சினிமா, அரசியல், புகைப்படக்கலை, வணிகம் மற்றும் தகவல் தொழில்நுட்பம் போன்ற பல்வேறு தலைப்புகளின் கீழ் அமைகின்றன.

நாம் அவற்றையெல்லாம் ஒன்றாகச் சேர்த்து தமிழ் மின்புத்தகங்களை உருவாக்க உள்ளோம்.

அவ்வாறு உருவாக்கப்பட்ட மின்புத்தகங்கள் Creative Commons எனும் உரிமத்தின் கீழ் வெளியிடப்படும். இவ்வாறு வெளியிடுவதன் மூலம் அந்தப் புத்தகத்தை எழுதிய மூல ஆசிரியருக்கான உரிமைகள் சட்டரீதியாகப் பாதுகாக்கப்படுகின்றன. அதே நேரத்தில் அந்த மின்புத்தகங்களை யார்

வேண்டுமானாலும், யாருக்கு வேண்டுமானாலும், இலவசமாக வழங்கலாம்.

எனவே தமிழ் படிக்கும் வாசகர்கள் ஆயிரக்கணக்கில் சமீபத்திய தமிழ் மின்புத்தகங்களை இலவசமாகவே பெற்றுக் கொள்ள முடியும்.

தமிழிலிருக்கும் எந்த வலைப்பதிவிலிருந்து வேண்டுமானாலும் பதிவுகளை எடுக்கலாமா?

கூடாது.

ஒவ்வொரு வலைப்பதிவும் அதற்கென்றே ஒருசில அனுமதிகளைப் பெற்றிருக்கும். ஒரு வலைப்பதிவின் ஆசிரியர் அவரது பதிப்புகளை "யார் வேண்டுமானாலும் பயன்படுத்தலாம்" என்று குறிப்பிட்டிருந்தால் மட்டுமே அதனை நாம் பயன்படுத்த முடியும்.

அதாவது "*Creative Commons*" எனும் உரிமத்தின் கீழ் வரும் பதிப்புகளை மட்டுமே நாம் பயன்படுத்த முடியும்.

அப்படி இல்லாமல் "*All Rights Reserved*" எனும் உரிமத்தின் கீழ் இருக்கும் பதிப்புகளை நம்மால் பயன்படுத்த முடியாது.

வேண்டுமானால் "*All Rights Reserved*" என்று விளங்கும் வலைப்பதிவுகளைக் கொண்டிருக்கும் ஆசிரியருக்கு அவரது பதிப்புகளை "*Creative Commons*" உரிமத்தின் கீழ் வெளியிடக்கோரி நாம் நமது வேண்டுகோளைத் தெரிவிக்கலாம். மேலும் அவரது படைப்புகள் அனைத்தும் அவருடைய பெயரின் கீழே தான் வெளியிடப்படும் எனும் உறுதியையும் நாம் அளிக்க வேண்டும்.

பொதுவாக புதுப்புது பதிவுகளை உருவாக்குவோருக்கு அவர்களது பதிவுகள் நிறைய வாசகர்களைச் சென்றடைய வேண்டும் என்ற எண்ணம் இருக்கும். நாம் அவர்களது படைப்புகளை எடுத்து இலவச மின்புத்தகங்களாக வழங்குவதற்கு நமக்கு
அவர்கள் அனுமதியளித்தால், உண்மையாகவே அவர்களது படைப்புகள் பெரும்பான்மையான மக்களைச் சென்றடையும். வாசகர்களுக்கும் நிறைய

புத்தகங்கள் படிப்பதற்குக் கிடைக்கும்

வாசகர்கள் ஆசிரியர்களின் வலைப்பதிவு முகவரிகளில் கூட அவர்களுடைய படைப்புகளை தேடிக் கண்டுபிடித்து படிக்கலாம். ஆனால் நாங்கள் வாசகர்களின் சிரமத்தைக் குறைக்கும் வண்ணம் ஆசிரியர்களின் சிதறிய வலைப்பதிவுகளை ஒன்றாக இணைத்து ஒரு முழு மின்புத்தகங்களாக உருவாக்கும் வேலையைச் செய்கிறோம். மேலும் அவ்வாறு உருவாக்கப்பட்ட புத்தகங்களை "மின்புத்தகங்களைப் படிக்க உதவும் கருவிகள்"-க்கு ஏற்ற வண்ணம் வடிவமைக்கும் வேலையையும் செய்கிறோம்.

FreeTamilEbooks.com

இந்த வலைத்தளத்தில்தான் பின்வரும் வடிவமைப்பில் மின்புத்தகங்கள் காணப்படும்.

PDF for desktop, PDF for 6" devices, EPUB, AZW3, ODT

இந்த வலைதளத்திலிருந்து யார் வேண்டுமானாலும்

மின்புத்தகங்களை இலவசமாகப் பதிவிறக்கம்(download) செய்து கொள்ளலாம்.

அவ்வாறு பதிவிறக்கம்(download) செய்யப்பட்ட புத்தகங்களை யாருக்கு வேண்டுமானாலும் இலவசமாக வழங்கலாம்.

இதில் நீங்கள் பங்களிக்க விரும்புகிறீர்களா?

நீங்கள் செய்யவேண்டியதெல்லாம் தமிழில் எழுதப்பட்டிருக்கும் வலைப்பதிவுகளிலிருந்து பதிவுகளை
எடுத்து, அவற்றை LibreOffice/MS Office போன்ற wordprocessor-ல் போட்டு ஓர் எளிய மின்புத்தகமாக மாற்றி எங்களுக்கு அனுப்பவும்.

அவ்வளவுதான்!

மேலும் சில பங்களிப்புகள் பின்வருமாறு:

1. ஒருசில பதிவர்கள்/எழுத்தாளர்களுக்கு அவர்களது படைப்புகளை "Creative Commons" உரிமத்தின்கீழ் வெளியிடக்கோரி மின்னஞ்சல் அனுப்புதல்

2. தன்னார்வலர்களால் அனுப்பப்பட்ட மின்புத்தகங்களின் உரிமைகளையும் தரத்தையும் பரிசோதித்தல்
3. சோதனைகள் முடிந்து அனுமதி வழங்கப்பட்ட தரமான மின்புத்தகங்களை நமது வலைதளத்தில் பதிவேற்றம் செய்தல்

விருப்பமுள்ளவர்கள் freetamilebooksteam@gmail.com எனு முகவரிக்கு மின்னஞ்சல் அனுப்பவும்.

இந்தத் திட்டத்தின் மூலம் பணம் சம்பாதிப்பவர்கள் யார்?

யாருமில்லை.

இந்த வலைத்தளம் முழுக்க முழுக்க தன்னார்வலர்களால் செயல்படுகின்ற ஒரு வலைத்தளம் ஆகும். இதன் ஒரே நோக்கம் என்னவெனில் தமிழில் நிறைய மின்புத்தகங்களை உருவாக்குவதும், அவற்றை இலவசமாக பயனர்களுக்கு வழங்குவதுமே ஆகும்.

மேலும் இவ்வாறு உருவாக்கப்பட்ட மின்புத்தகங்கள், ebook reader ஏற்றுக்கொள்ளும் வடிவமைப்பில்

அமையும்.

இத்திட்டத்தால் பதிப்புகளை எழுதிக்கொடுக்கும் ஆசிரியர்/பதிவருக்கு என்ன லாபம்?

ஆசிரியர்/பதிவர்கள் இத்திட்டத்தின் மூலம் எந்தவிதமான தொகையும் பெறப்போவதில்லை. ஏனெனில், அவர்கள் புதிதாக இதற்கென்று எந்தஒரு பதிவையும் எழுதித்தரப்போவதில்லை.

ஏற்கனவே அவர்கள் எழுதி வெளியிட்டிருக்கும் பதிவுகளை எடுத்துத்தான் நாம் மின்புத்தகமாக வெளியிடப்போகிறோம்.

அதாவது அவரவர்களின் வலைதளத்தில் இந்தப் பதிவுகள் அனைத்தும் இலவசமாகவே கிடைக்கப்பெற்றாலும், அவற்றையெல்லாம் ஒன்றாகத் தொகுத்து *ebook reader* போன்ற கருவிகளில் படிக்கும் விதத்தில் மாற்றித் தரும் வேலையை இந்தத் திட்டம் செய்கிறது.

தற்போது மக்கள் பெரிய அளவில் *tablets* மற்றும் *ebook readers* போன்ற கருவிகளை நாடிச்

செல்வதால் அவர்களை நெருங்குவதற்கு இது ஒரு நல்ல வாய்ப்பாக அமையும்.

நகல் எடுப்பதை அனுமதிக்கும் வலைதளங்கள் ஏதேனும் தமிழில் உள்ளதா?

உள்ளது.

பின்வரும் தமிழில் உள்ள வலைதளங்கள் நகல் எடுப்பதினை அனுமதிக்கின்றன.

1. www.vinavu.com

2. www.badriseshadri.in

3. http://maattru.com

4. kaniyam.com

5. blog.ravidreams.net

எவ்வாறு ஒர் எழுத்தாளரிடம் Creative Commons உரிமத்தின் கீழ் அவரது படைப்புகளை வெளியிடுமாறு கூறுவது?

இதற்கு பின்வருமாறு ஒரு மின்னஞ்சலை அனுப்ப வேண்டும்.

<துவக்கம்>

உங்களது வலைத்தளம் அருமை [வலைதளத்தின் பெயர்].

தற்போது படிப்பதற்கு உபயோகப்படும் கருவிகளாக *Mobiles* மற்றும் பல்வேறு கையிருப்புக் கருவிகளின் எண்ணிக்கை அதிகரித்து வந்துள்ளது.

இந்நிலையில் நாங்கள் *http://www.FreeTamilEbooks.com* எனும் வலைதளத்தில், பல்வேறு தமிழ் மின்புத்தகங்களை வெவ்வேறு துறைகளின் கீழ் சேகரிப்பதற்கான ஒரு புதிய திட்டத்தில் ஈடுபட்டுள்ளோம்.

இங்கு சேகரிக்கப்படும் மின்புத்தகங்கள் பல்வேறு கணிணிக் கருவிகளான *Desktop,ebook readers like kindl, nook, mobiles, tablets with android, iOS* போன்றவற்றில் படிக்கும் வண்ணம் அமையும். அதாவது இத்தகைய கருவிகள் *support* செய்யும் *odt,*

pdf, ebub, azw போன்ற வடிவமைப்பில் புத்தகங்கள் அமையும்.

இதற்காக நாங்கள் உங்களது வலைதளத்திலிருந்து பதிவுகளை
பெற விரும்புகிறோம். இதன் மூலம் உங்களது பதிவுகள்
உலகளவில் இருக்கும் வாசகர்களின் கருவிகளை நேரடியாகச் சென்றடையும்.

எனவே உங்களது வலைதளத்திலிருந்து பதிவுகளை பிரதியெடுப்பதற்கும் அவற்றை மின்புத்தகங்களாக மாற்றுவதற்கும் உங்களது அனுமதியை வேண்டுகிறோம்.

இவ்வாறு உருவாக்கப்பட்ட மின்புத்தகங்களில் கண்டிப்பாக ஆசிரியராக உங்களின் பெயரும் மற்றும் உங்களது வலைதள முகவரியும் இடம்பெறும். மேலும் இவை "*Creative Commons*" உரிமத்தின் கீழ் மட்டும்தான் வெளியிடப்படும் எனும் உறுதியையும் அளிக்கிறோம்.

http://creativecommons.org/licenses/

நீங்கள் எங்களை பின்வரும் முகவரிகளில் தொடர்பு கொள்ளலாம்.

e-mail : freetamilebooksteam@gmail.com
FB : https://www.facebook.com/FreeTamilEbooks

G +: https://plus.google.com/communities /108817760492177970948

நன்றி.

</முடிவு>

மேற்கூறியவாறு ஒரு மின்னஞ்சலை உங்களுக்குத் தெரிந்த அனைத்து எழுத்தாளர்களுக்கும் அனுப்பி அவர்களிடமிருந்து அனுமதியைப் பெறுங்கள்.

முடிந்தால் அவர்களையும் "*Creative Commons License*"-ஐ அவர்களுடைய வலைதளத்தில் பயன்படுத்தச் சொல்லுங்கள்.

கடைசியாக அவர்கள் உங்களுக்கு அனுமதி அளித்து

அனுப்பியிருக்கும் மின்னஞ்சலைfreetamilebooksteam@gmail.com எனும் முகவரிக்கு அனுப்பி வையுங்கள்.

ஓர் எழுத்தாளர் உங்களது உங்களது வேண்டுகோளை மறுக்கும் பட்சத்தில் என்ன செய்வது?

அவர்களையும் அவர்களது படைப்புகளையும் அப்படியே விட்டுவிட வேண்டும்.

ஒருசிலருக்கு அவர்களுடைய சொந்த முயற்சியில் மின்புத்தகம் தயாரிக்கும் எண்ணம்கூட இருக்கும். ஆகவே அவர்களை நாம் மீண்டும் மீண்டும் தொந்தரவு செய்யக் கூடாது.

அவர்களை அப்படியே விட்டுவிட்டு அடுத்தடுத்த எழுத்தாளர்களை நோக்கி நமது முயற்சியைத் தொடர வேண்டும்.

மின்புத்தகங்கள் எவ்வாறு அமைய வேண்டும்?

ஒவ்வொருவரது வலைத்தளத்திலும் குறைந்தபட்சம்

நூற்றுக்கணக்கில் பதிவுகள் காணப்படும். அவை வகைப்படுத்தப்பட்டோ அல்லது வகைப்படுத்தப் படாமலோ இருக்கும்.

நாம் அவற்றையெல்லாம் ஒன்றாகத் திரட்டி ஒரு பொதுவான தலைப்பின்கீழ் வகைப்படுத்தி மின்புத்தகங்களாகத் தயாரிக்கலாம். அவ்வாறு வகைப்படுத்தப்படும் மின்புத்தகங்களை பகுதி-I பகுதி-II என்றும் கூட தனித்தனியே பிரித்துக் கொடுக்கலாம்.

தவிர்க்க வேண்டியவைகள் யாவை?

இனம், பாலியல் மற்றும் வன்முறை போன்றவற்றைத் தூண்டும் வகையான பதிவுகள் தவிர்க்கப்பட வேண்டும்.

எங்களைத் தொடர்பு கொள்வது எப்படி?

நீங்கள் பின்வரும் முகவரிகளில் எங்களைத் தொடர்பு கொள்ளலாம்.

- email : freetamilebooksteam@gmail.com
- Facebook: https://www.facebook.com

/FreeTamilEbooks

- Google Plus: https://plus.google.com/communities/108817760492177970948

இத்திட்டத்தில் ஈடுபட்டுள்ளவர்கள் யார்?

குழு – http://freetamilebooks.com/meet-the-team/

Supported by

- Free Software Foundation TamilNadu, www.fsftn.org
- Yavarukkum Software Foundation http://www.yavarkkum.org/

2

உங்கள் படைப்புகளை வெளியிடலாமே

உங்கள் படைப்புகளை மின்னூலாக இங்கு வெளியிடலாம்.

1. எங்கள் திட்டம் பற்றி —
http://freetamilebooks.com/about-the-project/

தமிழில் காணொளி — http://www.youtube.com/watch?v=Mu_OVA4qY8I

2. படைப்புகளை யாவரும் பகிரும் உரிமை தரும் கிரியேட்டிவ் காமன்ஸ் உரிமம் பற்றி —

கிரியேட்டிவ் காமன்ஸ் உரிமை — ஒரு அறிமுகம் http://www.kaniyam.com/introduction-to-creative-commons-licenses/

http://www.wired.co.uk/news/archive/2011-12/13/creative-commons-101
https://learn.canvas.net/courses/4/wiki/creative-commons-licenses

உங்கள் விருப்பான கிரியேட்டிவ் காமன்ஸ் உரிமத்தை இங்கே தேர்ந்தெடுக்கலாம். http://creativecommons.org/choose/

3.

மேற்கண்டவற்றை பார்த்த / படித்த பின், உங்கள் படைப்புகளை மின்னூலாக மாற்ற பின்வரும் தகவல்களை எங்களுக்கு அனுப்பவும்.

1. நூலின் பெயர்
2. நூல் அறிமுக உரை
3. நூல் ஆசிரியர் அறிமுக உரை
4. உங்கள் விருப்பான கிரியேட்டிவ் காமன்ஸ் உரிமம்

5. நூல் — *text / html / LibreOffice odt/ MS office doc* வடிவங்களில். அல்லது வலைப்பதிவு / இணைய தளங்களில் உள்ள கட்டுரைகளின் தொடுப்புகள் *(url)*

இவற்றை *freetamilebooksteam@gmail.com* க்கு மின்னஞ்சல் அனுப்பவும்.

விரைவில் மின்னூல் உருவாக்கி வெளியிடுவோம்.

————————————————————————————-

நீங்களும் மின்னூல் உருவாக்கிட உதவலாம்.

மின்னூல் எப்படி உருவாக்குகிறோம்? —

தமிழில் காணொளி — *https://www.youtube.com/watch?v=bXNBwGUDhRs*

இதன் உரை வடிவம் ஆங்கிலத்தில் — *http://bit.ly/create-ebook*

எங்கள் மின்னஞ்சல் குழுவில் இணைந்து உதவலாம்.

https://groups.google.com/forum/#!forum/freetamilebooks

நன்றி !